T.C.

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MOTORLU ARAÇLAR TEKNOLOJİSİ

HAREKET İLETME ELEMANLARI

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. MİLLER, MUYLU VE YATAKLAR 3
1.1. Miller 3
1.1.1. Tanımı 4
1.1.2. Çeşitleri 4
1.1.3. Düz Millerin Hesabı 11
1.2. Muylu 12
1.2.1. Tanımı 12
1.2.2. Çeşitleri 12
1.2.3. Muylu Hesapları 14
1.3. Yataklar 14
1.3.1. Tanımı 14
1.3.2. Yatakların Çeşitleri 15
1.3.3. Yatakların Yağlanma Şekilleri 31
UYGULAMA FAALİYETİ 34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 40
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 42
2. KAYIŞ, KASNAK, DİŞLİ ÇARK VE ZİNCİRLER 42
2.1. Kayış ve Kasnaklar 42
2.1.1. Kayış Tanımı ve Çeşitleri 42
2.1.2. Kullanıldığı Yerler 50
2.1.3. Kasnak Tanımı ve Çeşitleri 52
2.1.4. Kasnak Kullanılan Yerler 56
2.1.5. Kayış Kasnak Sisteminde, Çap ve Devir Hesabı 57
2.2. Dişli Çarklar 58
2.2.1. Tanımı 58
2.2.2. Çeşitleri 59
2.2.3. Kullanıldığı Yerler 65
2.2.4. Dişli Çark Hesapları 67
2.2.5.Dişli Oranlarına ve Vites Durumlarına Göre Devir ve Moment Hesapları 70
2.3. Zincirler 72
2.3.1. Tanımı 73
2.3.2. Çeşitleri 73
2.3.3. Kullanıldığı Yerler 76
UYGULAMA FAALİYETİ 78
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 82
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 84
3. KAVRAMALAR 84
3.1. Tanımı 84
3.2. Çeşitleri ve Kullanıldıkları Yerler 84

3.2.1. Sıkı Kavramalar 85
3.2.2. Hareketli Kavramalar 85
3.2.3. Esnek Kavramalar 85
3.2.4. Çözülebilen Kavramalar 85
3.3. Kavramaların Hesabı 93
UYGULAMA FAALİYETİ 94
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 95
MODÜL DEĞERLENDİRME 96
CEVAP ANAHTARLARI 98
KAYNAKÇA 100

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Motorlu Araçlar Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Tüm Dallar**
MODÜLÜN ADI	**Hareket İletme Elemanları**
MODÜLÜN TANIMI	Motorlu araçlarda kullanılan hareket iletme elemanlarını tanıma ve hesaplarını yapma yeterliklerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Hareket iletme elemanlarının hesaplamalarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaçlar** Hareket iletme elemanlarının gerekli hesaplamalarını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Miller, muylular ve yatakların hesaplarını yapabileceksiniz. **2.** Kayış, kasnak, dişli çarklar ve zincirlerin hesaplarını yapabileceksiniz. **3.** Kavramaların hesaplarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Atölye, işletme, internet ortamı, teknoloji sınıfı, kütüphane, mesleki eğitim merkezleri ve meslek odaları. **Donanım:** Televizyon, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar, eğitim maketleri, çeşitli hareket iletme elemanları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde, modern toplumların ekonomilerinin ve büyümelerinin temelini oluşturan sanayileşme, sağladığı yararların yanı sıra çözüm bekleyen pek çok problemi de beraberinde getirmektedir.

Hızla ilerleyen ekonomik gelişmeler ve endüstriyel ilişkiler, iş dünyasında uzman personel ihtiyacını önemli hale getirmiştir. İşletmeler her seviyede eğitilmiş personele ihtiyaç duymaktadır.

Eğitimin bütünleyicisi hiç şüphesiz ki eğitim araçlarıdır. Bu modülde konular basitten karmaşığa doğru sıralanmış ve sizin anlayabileceğiniz sadelikte işlenmiştir.

Motorlu araçlar incelendiğinde, mekanik enerjinin meydana geldiği motorun yanma odasından itibaren hareketin (güç, moment, tork) tekerleklere kadar aktarılmasında çeşitli elemanların ve bu elemanlar ile oluşturulan sistemlerin kullanıldığı görülecektir.

Araç ve motor tasarımında bütün bu hareket iletiminde kullanılacak elemanların belirli bir düzen içerisinde olması gerekmektedir. Aynı zamanda bu elemanların belirli kuvvetlere ve zorlamalara karşı yeterli sınırlar içerisinde dayanım özelliklerinin olması gerekmektedir.

Motorun yanma odasından itibaren motor elemanlarını düşünecek olursak biyel kolu, kam mili, krank mili, millerin yataklanması, muylular, volan dişlisi, zaman ayar kayışları dişlileri dişli zincirleri, dişli çarkları, kavramalar, vites kutusu dişlileri, diferansiyel dişlileri, aks milleri gibi daha sayamadığım sayısız hareket iletim elemanları bulunmaktadır.

Bu modülde işte bu hareket iletme elemanları ve hesaplamaları yer almaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

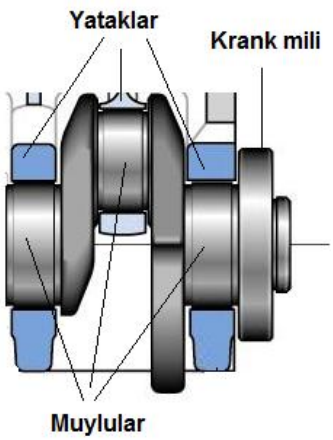
Miller, muylular ve yatakların hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Motorlu araçlarda kullanılan milleri araştırınız.
- Motorlu araçlarda kullanılan muyluları araştırınız.
- Motorlu araçlarda kullanılan yatakları araştırınız.

1. MİLLER, MUYLU VE YATAKLAR

Miller, muylular ve yataklar dönerek bir yerden başka bir yere güç ve hareket iletimini birlikte çalışarak sağlarlar.Şekil1.1'de mil, muylu ve yatak düzeni görülmektedir.



Şekil 1.1: Mil, muylu ve yatak

1.1. Miller

Miller kullanım amacına uygun olarak çok farklı şekillerde yapılırlar. Dolayısı ile görünüşleri birbirlerinden farklıdır.

1.1.1. Tanımı

Üzerinde taşıdıkları dişli çark, kavrama, kasnak, volan gibi hareket elemanları ile dönerken güç ve hareket ileten, aşınmaya, burulmaya ve eğilmeye zorlanan yataklandırılmış silindirik makine elemanlarına mil denir.

Kullanıldıkları makinenin özelliğine göre miller yataya paralel veya dik olarak yataklandırılıp döner. Miller bir burç ile yataklandırıldıkları gibi rulmanlar yardımı ile de yataklandırılırlar.

1.1.2. Çeşitleri

Milleri normal miller ve özel miller olarak iki grupta inceleyebiliriz. Mil çeşitlerini sırasıyla inceleyelim.

- Normal Miller

Bu tür millerin yapılarında önemli farklılık bulunmaz ve iş hayatında, çok kez karşılaşırız.

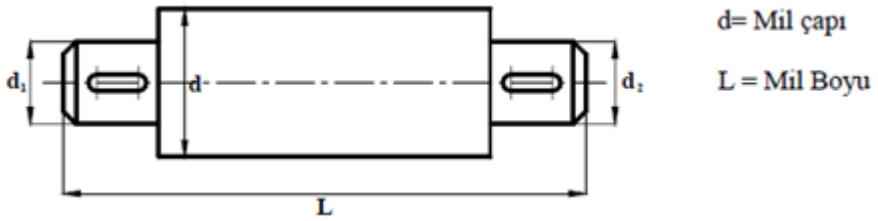
- Düz Miller

Düz mil denildiğinde genelde akla transmisyon milleri gelmektedir ve sektörde düz miller transmisyon milleri olarak da anılmaktadır.

Resim 1.1: Düz miller

Transmisyon milleri atölyelerde güç ve hareketin taşınması için kullanılır. Dolayısı ile boyları çok uzundur.

Transmisyon millerinin piyasadaki standart çapları; 25; 30; 35;40,45,50,55,60; 70; 80; 90,100,110; 125; 140; 180; 200; 480; 500 mm'dir. Standart boyları ise 5; 6; 7; 8 m'dir.



Şekil 1.2: Düz millerin ebatlarının gösterimi

Atölyelerde tüm makinelerin güç gereksinimini karşılayacak bir elektrik motorundan güç ve hareket, atölye boyuna göre iki veya üç milin sıkı kavramalarda birleştirilmesi ile iletilir. Bütün iş makineleri de avara düzenleri yardımı ile transmisyon milinden güç ve hareketi alarak çalışırlar. Fakat bu sistem çok eski olduğundan sadece sıvama işi yapan yerlerde karşılaşılabilir.

Miller sıcakken haddeden geçirilerek biçimlendirilirler. Mil üzerinde gerilme pek olmaz. Mil gereci yumuşak olursa aşınma miktarı fazla olur sert olursa burulma ve eğilme zorlamalarına karşı dayanamaz ve kırılabilir. Milin çevresinde dış tabaka sert ve iç kısımlarının da yumuşak olması gereklidir. Bu şekilde bir yapı oluşturmak için de 850…950 C°'lerde ısıtıldıktan sonra mile karbon verilerek, tuz banyosu yaptırılarak veya gaz ortamında semente edilir veya nitrürleştirilir.

Millerin normal olarak çekme gerilmesi 42; 50; 60 kg/mm² olan akma çelikten yapılırlar. Fakat özel amaçlı çok zorlanacak ortamlarda kullanılacak miller krom-nikelli çelikten de yapılır.

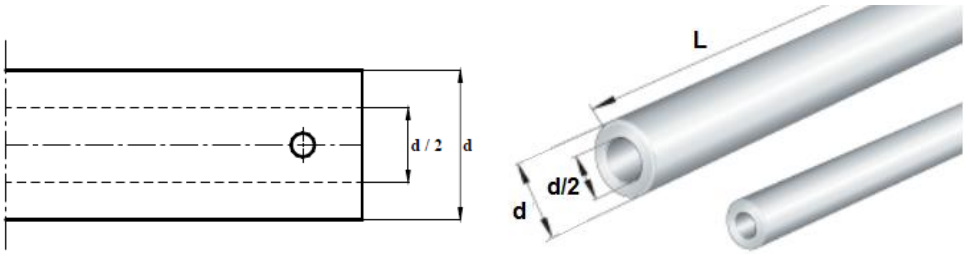
- Pernolar

Pernolar çok zorlanan yerlerde kullanılan bir tür millerdir. Genellikle başsız olanlara başsız perno ve pim yuvası ve başsız olanlara başsız pimli pernolar denilmektedir.

Pernoları , motor veya makinelerin hareketli olarak birleştirilen yerlerinde görebiliriz.Pernolar akma çelik, sementasyon çeliği veya yay çeliğinden yapılır. İstenirse üzerleri bakır, nikel veya krom ile kaplanabilir.

- İçi Boş Miller

Hafif olması için, özel amaçlara uygun olarak içi boş olan millerde yapılır. Mil çapı ve boyu arttıkça ağırlığı da artar, bu durum ise yatağının ve yataklandığı kısımda milin aşınmasını hızlandırır. Ağırlığı az olması istenen yerlerde içi boş (boru) miller kullanılır. İçi boş millerin iç kısımları çapının yarısı kadar boşaltıldığı gibi direk et kalınlığı fazla borular taşlanıp sertleştirilerek kullanılır



Şekil 1.3: İçi boş miller

- Kamalı Miller

Kamalı miller çevresinde mil eksenine paralel en az dört girinti ve çıkıntı olan millerdir. Girinti ve çıkıntı sayıları 4-16 arasında olabilir. Güç ve hareket iletiminde kamaya ihtiyaç yoktur. Büyük güç ve hareketlerin iletiminde kullanılırlar. Kamalı millerde dönme hareketi sağlandığı gibi doğrusal hareket de sağlanabilir.

Motorlu araçların güç aktarma organlarında, traktörlerin kuyruk millerinde, takım tezgâhlarında kullanılır (Resim: 1.2).

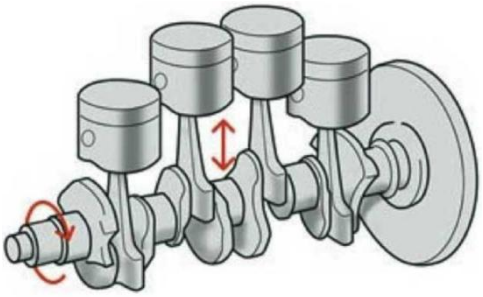
Resim 1.2: Kamalı miller

Resim 1.3: Vites kutusunda kullanılan kamalı mil

➢ Özel Miller

- Krank Milleri

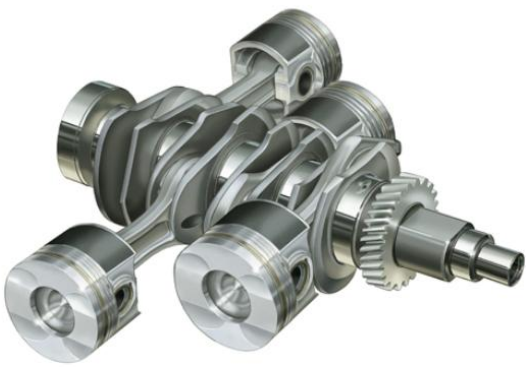
Krank milleri, yanma basıncı etkisi ile pistondan biyel kolu aracılığı ile aldığı doğrusal hareketi, dairesel harekete çevirir ve bu hareketi volan ve kavramaya iletir.



Şekil 1.4: Krank mili

Krank milleri, özel çelik alaşımlarından dövülerek veya dökülerek yapılır. Bir seri tornalama işlemleriyle biçimlendirildikten sonra aşınma burulma ve eğilmeye karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla ısı işlemleri uygulanarak muylu yüzeyleri sertleştirilir. Son işlem olarak muylular taşlanıp, parlatılarak standart ölçülerine getirilir.

Yapılış biçimine bağlı olmak şartı ile bir krank milinde en az iki ana muylu ile bir veya iki manivela kolu bulunur. Biyeller manivela kolları arasında bulunan biyel muylularına bağlanır.



Resim 1.4: Krank mili, piston ve biyel mekanizması

Bir krank milinde ana muyluları ve biyel muyluları adedi, muylu çapları ve genişlikleri, motorun silindir sayısına, motorun gücüne ve modeline göre değişik biçim ve ölçülerde yapılabilir.

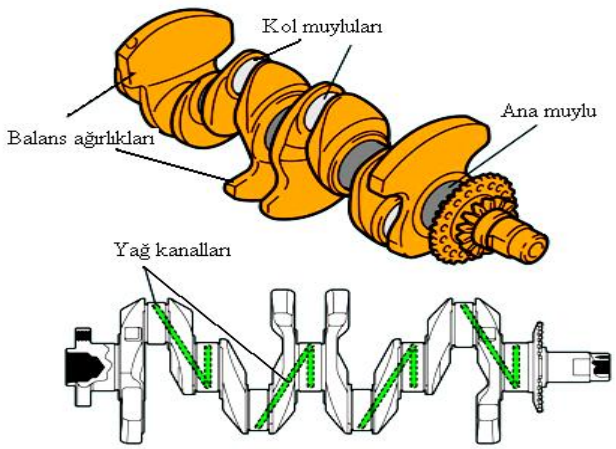
Biyel muylularının karşısına yerleştirilen karşı ağırlıklar, biyel muylularında meydana gelen merkezkaç kuvvetleri dengelemeye yarar.

Bazı krank millerinde biyel muyluları oyuk olarak yapılır ve böylece muylu ağırlığı düşürülerek merkezkaç kuvvetlerde o oranda azaltılır.

Krank milleri motorun üst karterinde bulunan ana yataklara, ana muylular yardımıyla bağlanır.

Krank milinin iki ucunda birer ana muylu olmakla beraber, orta kısmında da motorun silindir sayısına ve modeline göre bir veya daha fazla ana muylu bulunabilir.

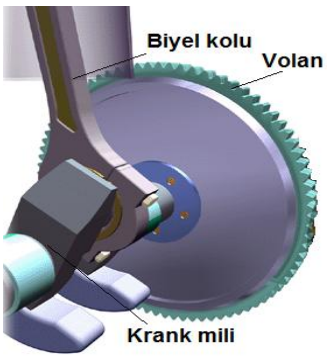
Biyel yatakları basınçlı yağla yağlanan motorlarda ana muylulardan, biyel muylularına çapraz yağ delikleri açılmıştır.



Şekil 1.5: Krank mili üzerindeki yağlama delikleri

Ana yağ kanallarından, yardımcı yağ kanallarına geçen basınçlı yağ, ana yatak ve muylularını yağladıktan sonra bu çapraz kanallardan, biyel yataklarına geçerek biyel yataklarını ve muyluları yağlar (Şekil 1.5).

Resim 1.5: Krank mili



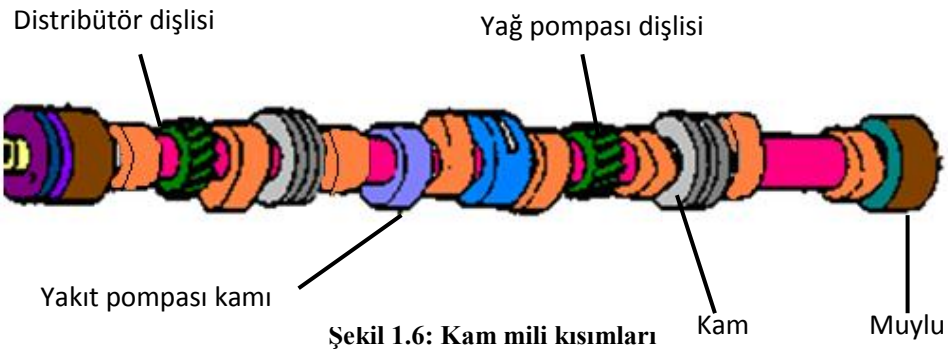
Resim 1.6: Kranka bağlanan volan

Krank milleri çok yüksek devirlerde (3000…7000d/d gibi) döndüklerinden ve ağır olduklarından dolayı çok iyi dengelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla krank milleri üzerlerinde balans ağırlıkları veya o kısmı hafifletmek için kör delikler bulunur.

Krank milinin düzgün dairesel hareket yapması için flanşına büyük çaplı, ağır ve dairesel volan bağlanır.

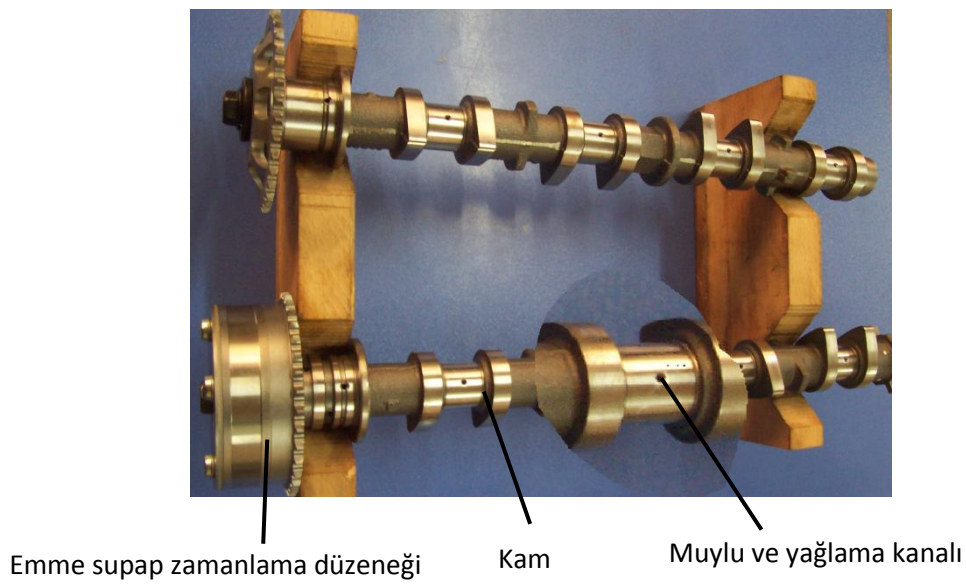
- Kam Milleri (Eksantrik)

Kam milleri içten yanmalı motorların supaplarını açma, kapatma ve açık tutma görevlerini yerine getirirler. Hareketini krank milinden alır. Bazı motorlarda ise yağ pompasına, yakıt pompasına ve distribütöre de üzerindeki kam ve dişliler yardımı içe hareket verir.



Şekil 1.6: Kam mili kısımları

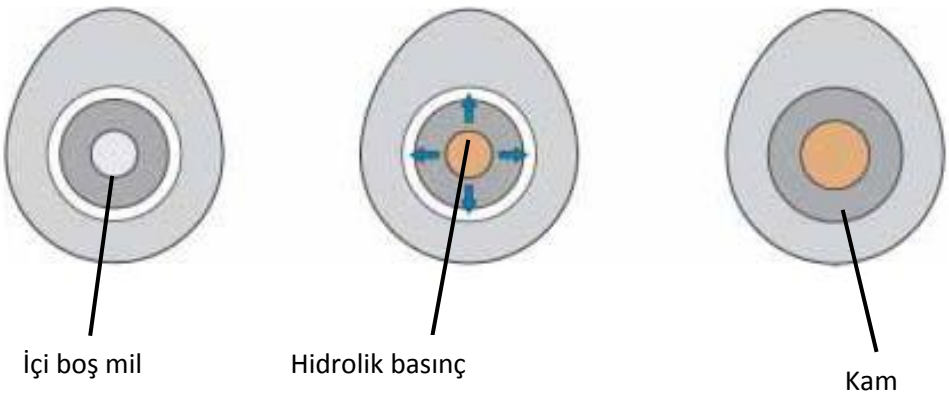
Kam milli küresel grafitli dökme demirden veya çelik alaşımlarından presle dövülerek veya dökülerek tek parça olarak yapılırlar. Kam mili üzerinde kamlar, muylular ve bazı kam millerinde ise yakıt pompası için özel bir kam yağ pompası ve distribütör için özel bir helis dişli bulunur(Şekil 1.6).



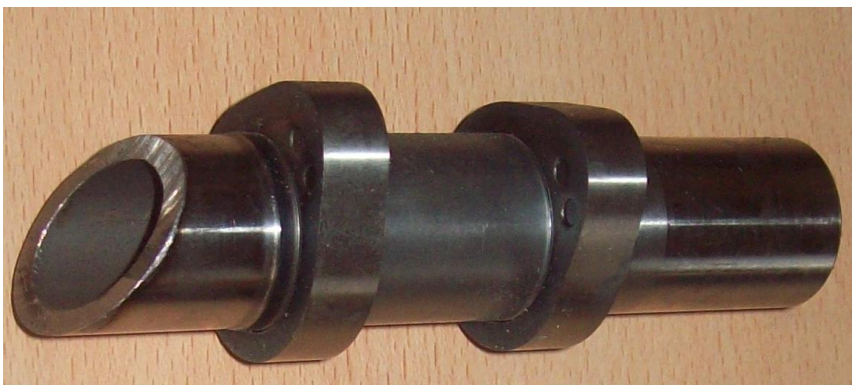
Resim 1.7: Emme ve egzoz kam mili

Günümüz motorlarında genellikle emme ve egzoz supapları için ayrı, ayrı kam mili kullanılır (Resim 1.7).

Günümüzde bir başka kam mili üretim teknolojisi de kamlar boş bir mil üzerine gerekli yerlere uygun açılarda yerleştirilir. Daha sonra boş mil hidrolik güçle genişletilir ve kamlar tam yerine sıkı bir şekilde oturtulur. Bu üretim teknolojisi 1,5 kg'lık ağırlık tasarrufu ile birlikte bükülme direnci ikiye katlamış olur. Şekil 1.7.de kam milini teorik resimleri ve Resim 1.8'de kesilmiş kam mili gösterilmiştir.



Şekil 1.7: İçi boş mile takılan kam



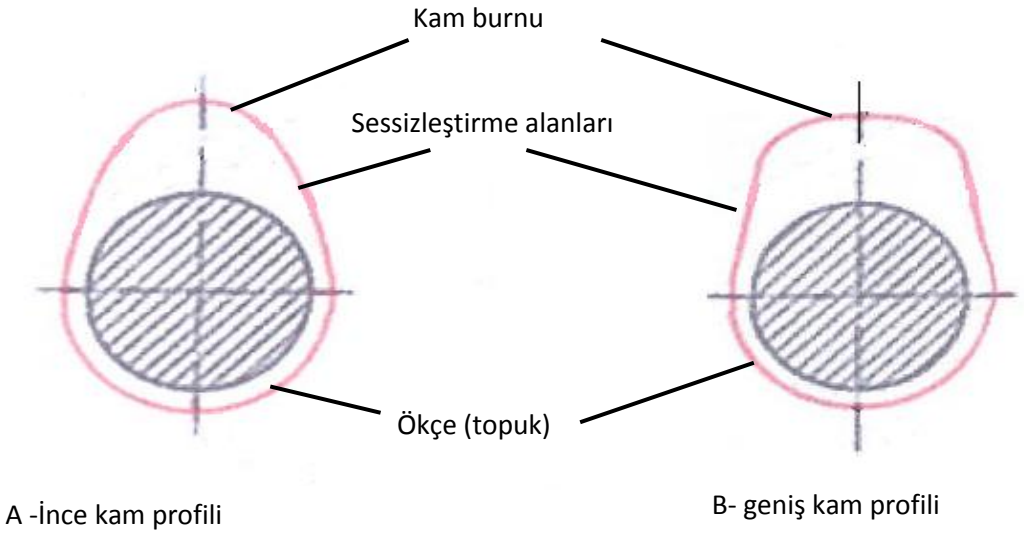
Resim 1.8: İçi boş olarak imal edilmiş kam mili

Muylular, kam milinin gövde içerisine veya silindir kapağı üzerine yataklandırılmasını sağlar. Kamlar, kam mili dönerken supapları açarlar. Kam mili dönüşüne devam ederken supap yayları supapları kapatır. Şekil 1.8' de kam profilindeki kısımlar verilmiştir.

Kamların sivri ucuna kam burnu, tam karşısındaki dairesel kısmına kam ökçesi denir. Kamlar ile kam milinin birleştiği alanlara ise kam sessizleştirme alanları denir. Bu alanlar,

itici veya supabın yavaş açılmasını ve kapanmasını sağlar. Eğer supaplar çok hızlı açılıp kapacak olursa supaplar ses yapar ve parçalar çabuk aşınır.

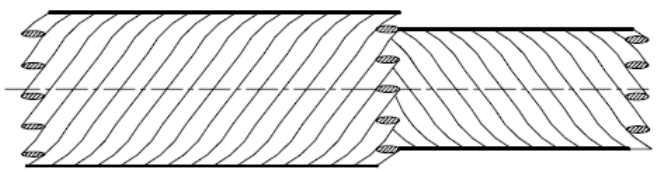
Genellikle motorlarda ince kamlı (Şekil 1.8A)kam milleri kullanılmaktadır. Yüksek güç istenilen motorlarda ise geniş kamlı (Şekil 1.8 B.) kam milleri kullanılır. Geniş kamlı kam millerinde, supapların açık kalma anı uzadığı için silindirler içerisine daha çok hava yakıt karışımı veya hava alınabilmektedir. Böylece yüksek güç elde edilebilmektedir:



Şekil 1.8: Kam profilleri

- Eğilip Bükülebilen Miller

Eğilebilen miller, az zorlanan ve devamlı eğilme ve bükülmelerin etkisi ile çalışan yerlerde kullanılmaktadır. Daire ve kare kesitli çelik teller, az zorlamaya maruz kalan yerlerde 3-4 sarımlı, fazla zorlamaya maruz kalan yerlerde ise, daha fazla sarımlı eğilebilen miller kullanılır. Görünüş itibariyle çelik halatlara benzer. Çevirme momentlerine göre çelik tel sargıları az veya çok sargılı olur. Sargılar birbirine ters yönde heliseldir.



Şekil 1.9: Eğilip bükülebilen miller

1.1.3. Düz Millerin Hesabı

İletilecek güç ve devir sayısına göre milin çapını, aşağıdaki pratik formüllerle hesaplayabiliriz.

Kaliteli çelik millerde : $D=71\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$

Adi çelik (demir) millerde : $D=85\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$

Dökme demir(font) millerde : $D=105\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$

Bu formüllerde ;
D = Mil çapı (mm)
N = Milin ileteceği güç (HP)
n = Milin dönme hızı (dev/dk) ifade eder.

1.2. Muylu

1.2.1. Tanımı

Millerin yatak içinde yuvarlanarak dönmelerini sağlayan kısımlarına muylu adı verilir. Muylular çalışma ortamlarına bağlı olarak genelde mille beraber dönerler, bazı durumlarda muylu sabit kalıp yataklanan eleman döner. İster muylu dönsün, isterse sabit kalsın sürtünmeye maruz kaldıklarından iyi bir şekilde taşlanıp işlenir. Birbiri ile sürtünen metaller önce ısınır. Sürekli çalışmada ısının çok artması aşınmayı kolaylaştırır. Muylular yüksek devirle sürtünerek döndükleri için iyi bir yağlama sistemi ile birlikte çalışmalıdır.

1.2.2. Çeşitleri

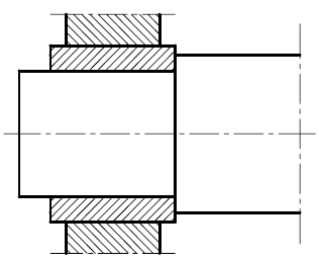
Muylular çalışma şekillerine göre taşıma ve dayanma muyluları olarak iki ana gruba ayrılır.

- Taşıma Muyluları

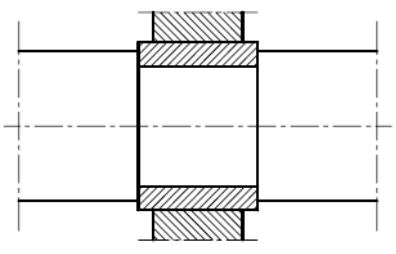
Bu muylularda muyluya tesir eden kuvvet muylu eksenine diktir. Yataya paralel olarak çalışır. Yapılış şekillerine göre aşağıdaki şekilde çeşitlendirilir.

- Uç Muylu

Millerin uç kısımlarından yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı taşıma muylusudur.



Şekil 1.10: Uç muylu



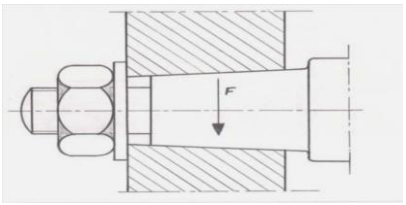
Şekil 1.11: Ara muylu

- Ara Muylu

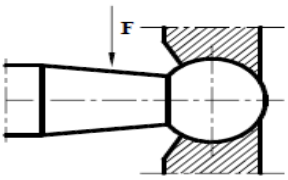
Millerin uç kısımlarından değil de, arada bir yerinden yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı muylulardır.

- Konik Muylu

Millerin uç kısımlarının konik işlenip yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı muylularıdır.



Şekil 1.12: Konik Muylu



Şekil 1.13: Küresel Muylu

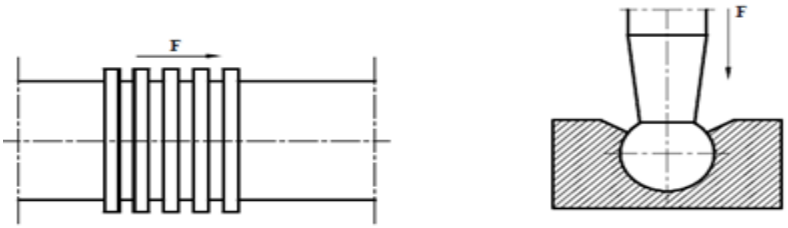
- Küresel Muylu

Millerin uç kısımlarının küresel olarak işlenip yataklanarak döndürülmesinin sağlandığı taşıma muylusudur. Küresel muylularda eksenden kaçık dönmelerde gerçekleştirilebilir.

➢ Dayanma Muyluları

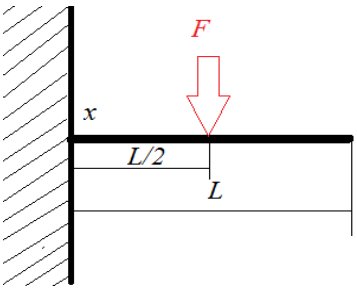
Bu muylularda tesir eden kuvvet ve ağırlıklar muylu eksenine paraleldir. Dolayısı ile mil yataya dik olarak çalışır. Dayanma muyluları;

- Dik muylu
- Taraklı muylu olarak çeşitlendirilir.



Şekil 1.14: Dayanma muylular

1.2.3. Muylu Hesapları



Şekil 1.15: Muylunun tehlikeli kesiti

Şekil 1.15'deki muyluyu duvara bağlanmış kiriş gibi mile bağlı olarak kabul edebiliriz. Muylu kırılırsa ancak (x) kısmından yani mil ile birleştiği yerden kırılır. Bu durumda muylunun tehlikeli kesiti (x) kısmıdır.

F = Muylunun taşıyacağı yük……Kg
d = Muylunun çapı……..cm
L = Muylunun boyu……cm

Eğilme Momenti : $Mb=F\times\frac{L}{2}$……(Kg/cm)

Direnç Momenti : $Wb=\frac{\pi\times d^3}{32}$……..($cm^3$)

Eğilme Gerilmesi : $\sigma b=\frac{Mb}{Wb}$…….(Kg/cm^2

Uygun görülen eğme gerilmesi : $Mb=Wb\times\sigma b$ (Kg/cm)

1.3. Yataklar

Yataklar makinelerle birlikte oluşmuş ve her makinede bulunmaktadır. Makinelerin gelişmesinde yatakların yapım özelliklerinin mükemmelliğinin etkisi büyüktür.

1.3.1. Tanımı

Muyluları çevreleyerek destekleyen ve dönebilmelerini sağlayan makine elemanlarına yatak denir.

Yataklar yapıları ve kullanıldıkları yerlere göre gruplandırılırlar

1.3.2. Yatakların Çeşitleri

1.3.2.1. Kayma Dirençli (Sürtünmeli)Yataklar

Kayma dirençli yataklarda, yatak ile muylu arasında yüzeysel bir sürtünme olduğundan bu tür yataklara sürtünmeli yataklarda denir.

Resim 1.9: Kayma dirençli (sürtünmeli)yataklar

Yatağa gelen zorlama çalışma yönüne göre iki türde olur.

- Enine Çalışan Kayma Dirençli Yataklar

Bu tür yataklarda yük, yatak eksenine dikey konumda gelir. Enine çalışan kayma dirençli yataklara radyal, kayma dirençli yataklar da denir.

İlk yapılan yatakların gövdesi tek parçalıydı. Yatağı biraz daha geliştirebilmek amacıyla daha elverişli gereçten yapılma burç, yatak gövdesine baskı altında ve sıkı olarak geçirildi.

Gövdesi tek parçalı yataklara, gözlü yatak veya sabo yatak da denir. Bunların en önemli sakıncası milin yatağa takılması ve çıkartılması güçlüğüdür.

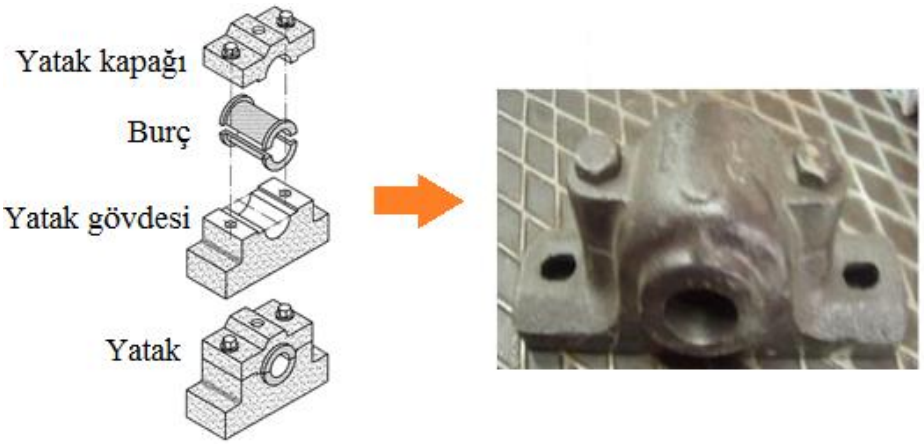
Gövdesi iki parçalı enine çalışan kayma dirençli yatağın kısımları şunlardır:

Gövdesi iki parçalı olan enine kayma dirençli yataklarda büyük ve alt taraftaki kısmına gövde ve üst kısmına da yatak kapağı denir.

- Yatak Gövdesi

Yatağın alt tarafındaki dökme demir veya dökme çelikten yapılmış parçasına yatak gövdesi denir. Yatak gövdesi, mili ve milin üzerindeki kasnak, kayış, kavrama, gibi elemanları taşır, onların verdiği zorlamaları karşılar. Bunların dışında yatağın, yatak

taşıyıcısına veya makine gövdesine bağlanmasını sağlar ve çok kez yatak için gerekli yağa da depoluk yapar.

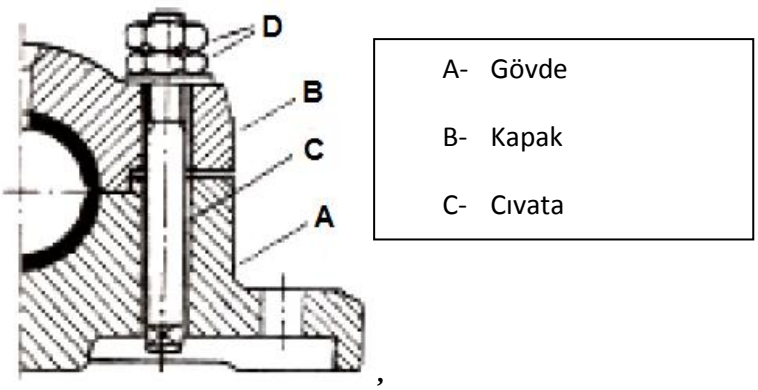


Resim 1.10: Kayma dirençli yatak

- Yatak Kapağı

Yatak gövdesinin üzerinde bulunan ve yatak gövdesine cıvata veya saplamalarla bağlanan dökme demir veya dökme çelikten yapılmış parçasına yatak kapağı denir.

Yatak kapağı, yatak içini dış etkilere karşı korur ve yatak zarfına bağlar. Yatak kapağını, her sökülüşten sonra aynı şekilde gövde ile birleştirilebilmek amacıyla kapağın bir kısmı gövdeye boşluksuz olarak geçer. Bu geçme durumu, yatağa gelen zorlama kapağın yer değiştirmesini ve yağın sızmasını da önler.



Şekil 1.16: Yatağın kısımlarının kesit görünüşü

- Yatak kapağını gövdeye bağlayan düzen:

Yatak kapağını gövde kısmına bağlayabilmek için cıvata veya saplamalar ile frenleme düzeninden (kontra somun) yararlanılır.

Yatak kapağının gövdeye geçme durumu Şekil 1.16'daki gibi olmalıdır. Özellikle sarsıntılı yerlerde çalışan yatakların kapağı bağlama düzeninde kontra somun, kupilya kullanılarak frenlenmesi gerekir

- İç Yatak

Yatağın muyluyla değen kısmına iç yatak denir. Muylunun yapımı güç ve değiştirilmesi masraflı olduğu için aşınmanın daha fazla iç yatakta olması istenir. Bu nedenle iç yatak gereci muylu gerecinden yumuşak olmalıdır.

Fazla kullanılan iç yatak gereçleri alüminyum alaşımı, bronz, kızıl döküm, pirinç, dökme demirdir.

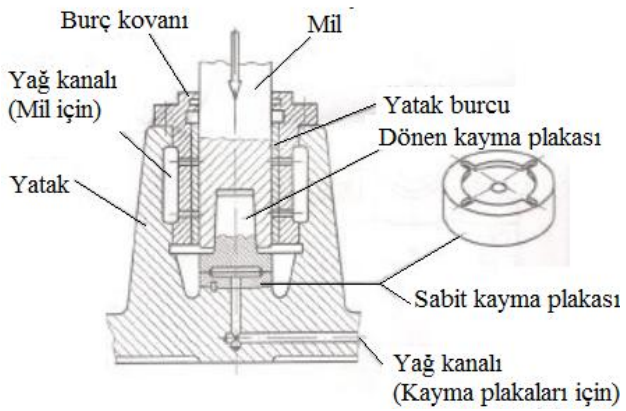
İç yatak, çoğu kez yatak zarfları ile kullanılır. İç yatağı çevreleyen ve direnç veren çelikten yapılmış kısma yatak zarfı veya burç denir.

İç yatak gereci olarak çok fazla kullanılan alüminyum alaşımı kalay, bakır, antimuan ve kurşun alaşımıdır. Alaşımdaki kurşun oranı arttıkça alüminyum alaşımı adileşir ve antimuan oranı ne kadar fazla olursa o kadar sert olur.

Bronz, bakır ile kalay alaşımı olup döküm işlemini kolaylaştırabilmek için % 0,5-1 oranında fosfor katılır. Isı işlemi sırasında fosfor yanacağından alaşıma zarar vermez.

➢ Boyuna Çalışan Kayma Dirençli Yataklar

Boyuna çalışan kayma dirençli yataklarda yatağa gelen zorlama, yatağın ekseni doğrultusundadır ve yatağa düşey konumdadır. Bundan dolayı boyuna çalışan kayma dirençli yataklara, kayma dirençli aksiyal yatak veya dik yatak da denilmektedir.



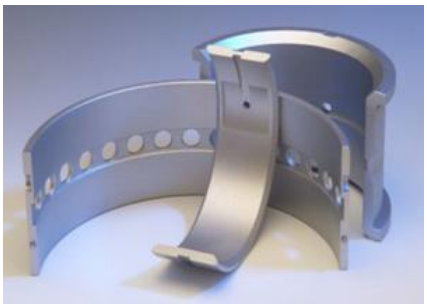
Şekil 1.17: Boyuna çalışan kayma dirençli yataklar

➢ Kusinetli Yataklar

Kusinetli yataklar sağlam, değiştirilmesi kolay, yatak malzemesi oldukça ince, her tip motorda kullanılabilir ve ucuz olduğu için günümüzdeki motorlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

İçten yanmalı motorlarda krank ve kam milleri gibi dönerek hareket eden motor parçalarını gerekli durumda tutmak için özel yataklar kullanılır. Bir motorun çok önemli parçaları olan krank mil ve kam milinin değiştirilmesi ve tamiri çok maliyetli olduğundan, yataklar sürtünme sonucu oluşabilecek aşınmayı kendi üzerinde toplayabilecek nitelikte yapılırlar.

Günümüzdeki modern motorlarda daha çok kolayca değiştirilebilen kayma dirençli yarım yataklar kullanılır ve bu yataklara kusinetli yataklar denir. Yeni takılacak olan bir yatak, cins ve kalite yönünden iyi seçilirse ve tekniğine uygun olarak takılırsa motorun orijinal yatağı kadar uzun ömürlü olur.



Resim 1.11: Kusinetli yataklar

Yatak malzemeleri motorun cinsine ve çalışma şartlarına göre değişik özelliklere sahip olmaktadır. Yatakların ortak özelliği, yatak sırtı olarak adlandırılan kısmın çoğunlukla çelik malzemeden imal edilmesidir. Yatak malzemesi denilen yüzey kısmında ise çeşitli yumuşak metal alaşımların (alüminyum, bakır, kalay kurşun, bronz vb.) kullanılması ile elde edilmektedir. Yatağın, gövde ve kepteki yuvasında sabit kalabilmesi için kilitleme tırnağı konulmuştur. Ayrıca yataktaki yağ deliği, yatakla muylu arasına yağı ulaştırarak yatak yüzeyindeki yağ kanalı aracılığı ile yağın yüzeylere yayılmasını sağlar.

Ana yatak kusinetleri; düz kusinetli ana yataklar ve yaslanma yüzeyli ana yataklar olmak üzere iki çeşidi mevcuttur. Yaslanma yüzeyli kusinetli yataklar, yan yüzeyleri işlenmiş kılavuz muylularda kullanılır. Kılavuz yatak denilen bu yataktan, krank mili eksenel gezintisi kontrol edilir (Resim 1.13:).

Resim 1.12: Düz kusinetli ana yataklar

Resim 1.13: Yaslanma yüzeyli yatak

- Yatak Özellikleri

Yatakların kusursuz görev yapabilmeleri için kusinetlerin yatak yuvalarına tam oturmaları ve yatakta merkezden çevreye doğru bir basınç doğması şarttır. Yatağın takılması sırasında ve çalışırken yatakta dönmesini önlemek amacı ile yatak kusinetlerine bazı özellikler verilmiştir.

Resim 1.14: Yatağı oturtma şekli

- Yatak Yaygınlığı

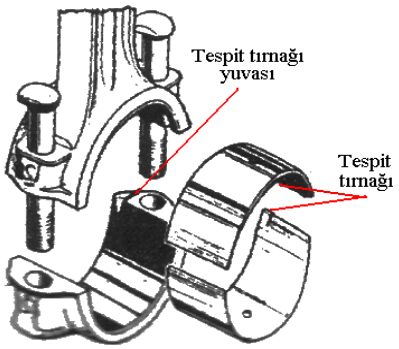
Bütün ana ve biyel yatak kusinetleri kusinet yuvasına nazaran biraz açık yapılmıştır. Yatak yaygınlığı denilen bu özellik yardımı ile kusinet yuvasına bastırılarak oturtulur (Resim 1.15). Bu sayede yataklar yuvalarına sıkı oturduğu için yataklar yuva içinde dönmez.

- Yatak Kenar Çıkıntısı

Kusinet yuvasına bastırılarak oturtulduğu için sıkışarak daralır ve yuvanın tam şeklini alır. Bu durumda kusinet çeneleri kep çenelerine nazaran çıkıntı yapar (Şekil 4.3). Bu çıkıntıya kenar çıkıntısı denir.

Resim 1.15: Yatak kenar çıkıntısı

Biyel ve ana yatakların montajı sırasında yatak kepleri sıkılmadan önce kusinet çeneleri birbirine temas eder. Sonradan kepler sıkıldıkça kusinetler yuvalarına sıkıca otururlar. Böylece kusinetlerin yuvalarında dönmemesi sağlanır.



Şekil 1.18: Yatak tespit tırnağı

- Yatak Tespit Şekilleri

Yatak keplerinin takılması sırasında, kusinetlerin yuvasında dönmeden gerekli biçimde kalabilmesi için çeşitli yatak tespit sistemleri yapılmıştır. Bunlardan en yaygın olanı yatak tespit tırnaklarıdır. Yatak kusinetinde bir tespit tırnağı ve yatak yuvasında tespit tırnağı yuvası bulunmaktadır (Resim 1.14). Kusinetler takılırken, tespit tırnağı ile yuvasını karşılaştırarak kusinet yuvasına bastırılır. Böylece kusinet yuvasında dönmeyecek şekilde oturur.

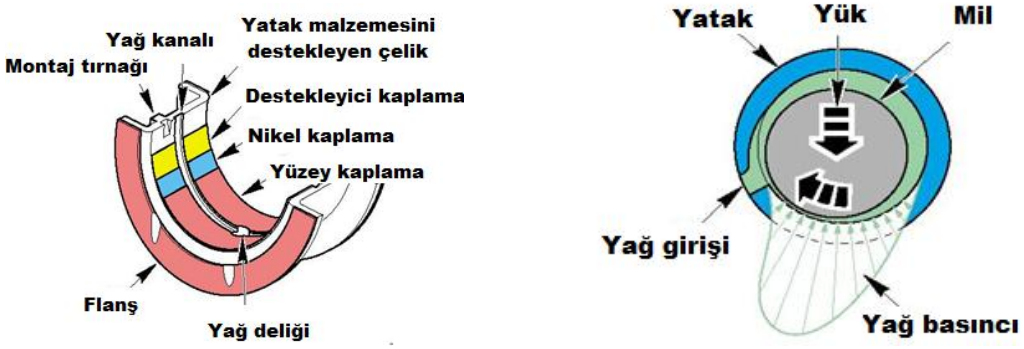
Resim 1.16: Kusinetli yatak yağ kanalları

Resim 1.17: Muylu üzerinde yağ kanalları

- Yağ Kanalları ve Yağ Delikleri

Yataklardaki boşluk yatak ömürleri için önemlidir. Yatak boşlukları üretici tarafından belirlenir. Yağlama için yeterli yağ boşluğu olmalıdır. Fakat boşluğun olması gerekenden fazla olması durumunda da yağ yataktan kolayca kaçarak yetersiz yağlanmaya sebep olur dolayısı ile ağır yatak hasarları meydana gelir.

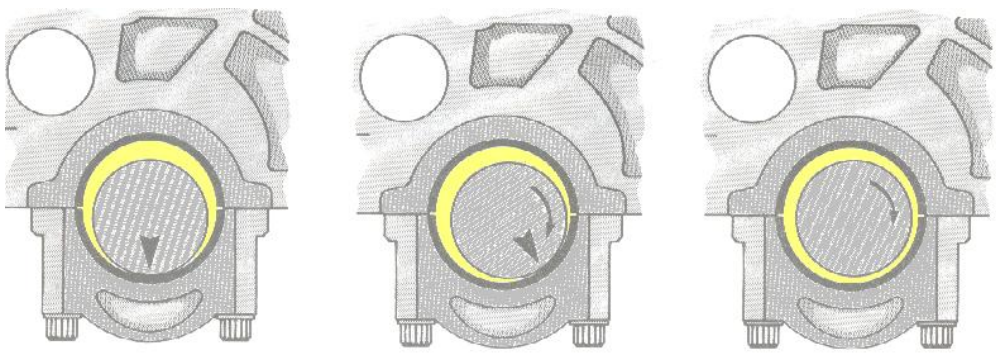
Yataklar yağ pompasının basıncıyla taşınan yağla yağlanırlar. Dönen muylular bir yağ filmi üzerinde hareket eder Bu film metal parçalar arasındaki sürtünmeyi ve teması önler.



Şekil 1.19: Yatak kısımları ve yağ filminin oluşumu

Yatak kusinetlerinde bulunan yağ kanalları yatağa gelen yağın, bütün yüzeye taşınarak muylu ile yatak yüzeyi arasında iyi bir yağ filminin oluşmasına yardım eder (Şekil1.19). Aynı zamanda yağın başka kısımlara iletilmesine de yardım eder. Motorun farklı çalışma koşullarında yatakla muylu arasındaki yağ boşluğunun durumu Şekil 1.20'de görülmektedir.

Yataklarda bulunan yağ deliklerinin görevi yataklara yağ girişini sağlar ve yatak yüzeylerinin yağlanmasını temin eder.

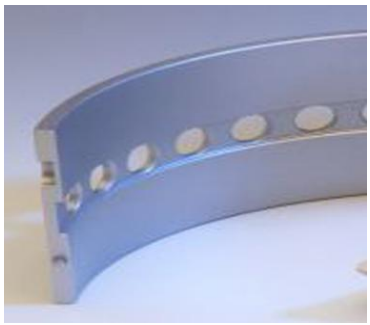


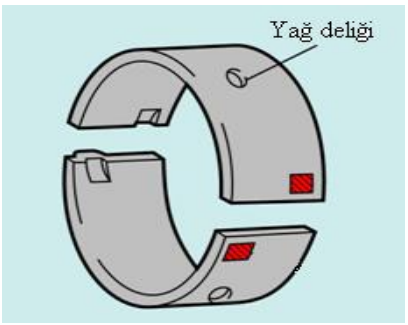
Motor stop **Motor dönmeye başlıyor** **Motor dönüyor konumunda**

Şekil 1.20: Kaymalı yatakta muhtelif safhalar

Üretici firmalar bir hata sonucu yatakların yağsız kalmaması için her iki kusinete de delik açmaktadırlar. Yataklar takılırken kusinetlerdeki yağ deliklerinin karşılaştırılmasına özen gösterilmelidir.

Ana yatakların üst yarım parçaları, krank mili ana muylularının yağlanması için yağ delikleri ve yine kol yataklarının üst yarım parçaları da krank mili kol muylularının yağlanması için birer deliğe sahiptirler. Krank mili, piston tarafından üzerine gelen patlatıcı basınç etkisi altındadır. Bu nedenle alt yarım yataklarda genelde yağ deliği yoktur.





Resim 1.18: Yağ delikleri

Krank mili için kullanılan yataklar çoklu kaplamaları olan yataklardır. Bu yataklardan birisi krank milinin eksenel hareketini önler. Bu yatağa eksenel gezinti kontrol yatağı denir.

Resim 1.19: Gezinti yatakları

Bir müddet kullanıldıktan sonra yatak ve muylu aşınır. Bu iki parçanın değiştirilmesi güç ve masraflı olduğundan bunların korunması için diskler (kalınlığı az olan silindirik parçalar) kullanılır.

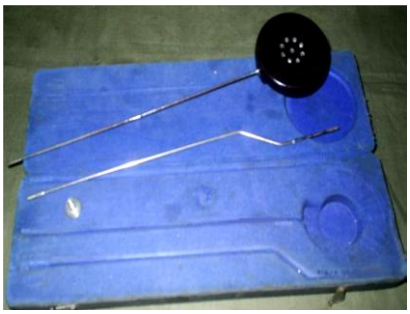
- Kayma Dirençli Yatakların Kullanılmasında Dikkat Edilecek Hususlar

Yatağın belli süreler içerisinde yağlanması ve burçlarının temizlenmesi gerekir.

Yatağın yağlanması çok önemlidir. Yatağın bir an bile yağsız kalması önemli arızalara yol açar. Kullanılacak yağın cinsi, viskozitesi, miktarı, çalışma koşullarının gerektirdiği yağlama düzeninin kullanılması, yatağın sürekli bakımı önemlidir. Bu amaçla yataklar periyodik zamanlarda çalışma süresi ve şartlarına uygun olarak uygun yöntemlerle yağlanması gerekir.

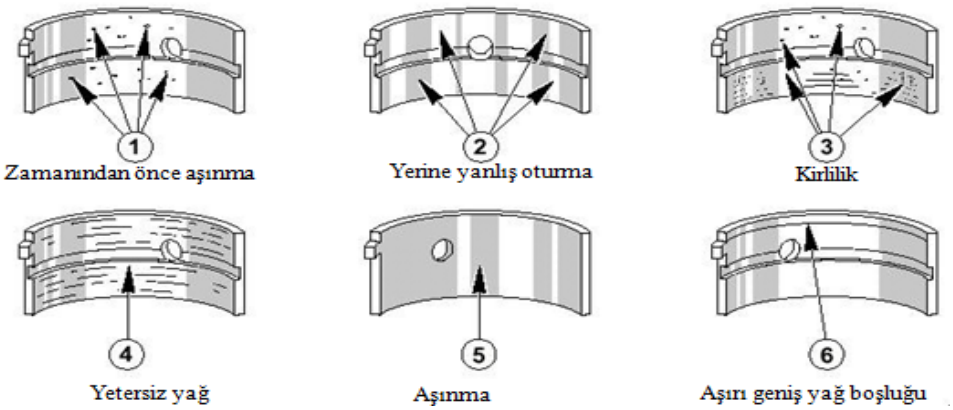
Yatakların kontrolleri yapılırken yatağın çıkarmış olduğu titreşim ve sesler bize yatak hakkında bilgi vermektedir. Kontroller sırasında bu sesleri duyabilmek için kulaklıklı gürültü dinleme aleti ile yatak gürültüsü kolaylıkla ve hızlı bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Alet bir doktor stetoskobu gibi kullanılmaktadır. Resim 1.20'de ve 1.21'de çeşitli dinleme aletleri görülmektedir.

Resim 1.20: Dinleme aleti



Resim 1.21: Dinleme aleti

Muhtelif sebeplerden olayı ortaya çıkan yatak arızaları Şekil 1.21'de görülmektedir.



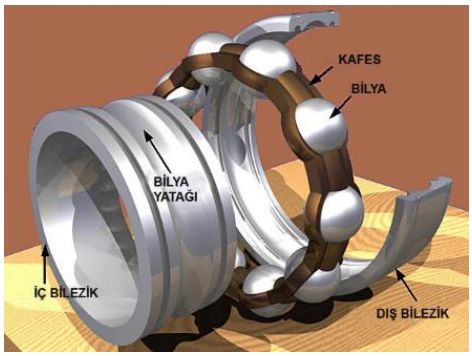
Şekil 1.21: Yatak aşınma şekilleri

1.3.2.2. Yuvarlama Dirençli (Rulmanlı) Yataklar

Rulman kelimesi dilimize, Fransızcada "yuvarlanma" anlamındaki Roulement kelimesinin zamanla "rulman" olarak kullanılmasından geçmiştir.

Rulmanlı yatak ya da yuvarlanmalı yatak, iç ve dış bilezikleri arasında bulunan yuvarlanma elemanları (rulmanlar) sayesinde minimum sürtünme ile millerin veya aksların istenen yöndeki hareketlerine müsaade eden, istenmeyen yönlerdeki hareketlerini de engelleyen, yataklardır.

Rulmanlı yataklar kayma sürtünmesi yerine bir yuvarlanma sürtünmesi sağlayarak enerji kayıplarını azaltmak için yataklar ile muylular arasına yerleştirilirler.



Şekil 1.22: Yuvarlanma dirençli yatak kısımları

Bir rulman başlıca şu parçalardan meydana gelir:

- Yuvarlanan parçalar (bilyeler, iğneler, makaralar).
- Çalışma sırasında biri dönerken (iç bilezik), öbürü sabit kalan (dış bilezik) ve yuvarlanma yüzeylerini (veya yollarını) meydana getiren bilezikler.
- Yuvarlanan parçaları eşit uzaklıkta tutarak birbirlerine değmelerini ve aşınmalarını önleyen ana kafes.

Bilyeler, makaralar ve bilezikler, yüzey sertliği çok fazla, süperfinisyon veya elektrolizle perdahlamaya elverişli sert karbon çeliğinden veya alaşımlı çelikten (genellikle kromlu) yapılır. Bazen plâstikten yapılmış bilyeler da kullanılır. Kafesler, genellikle çelikten, pirinçten ve plâstikten yapılır.

Rulman, semente edilerek su verilmiş ve iyice perdahlanmış çok sert çelik malzemeden yapılmış küçük silindir olup, bunlara bilyeli yatak da denir. İki cismin birbiri üzerinde yuvarlanmasından meydana gelen enerji kayıpları, her iki cismin birbiri üzerinde kaymasından doğacak enerji kayıplarından çok daha azdır. Bu yüzden mekanik imalatta rulman denilen ve muylulara takılarak kayma sürtünmesini büyük ölçüde azaltıp dönme sırasında muylular için hem destek, hem de kılavuz vazifesi gören bu elemanlar kullanılır.

Çok değişik tipleri olan rulmanlı yatakların boyutları normlaştırılmıştır.

Resim 1.22: Yuvarlama dirençli (rulmanlı) yataklar

Rulmanlı yataklar çoğu kez alın kısımları açıktır. Fakat bazılarının bir tarafı bazılarının da iki tarafı kapalıdır. Bu tür yataklara örtülü veya kapaklı yataklar denir.

Resim 1.23: Kapaksız, kapaklı ve plastik kapaklı rulmanlar

İki tarafı örtülü yataklara fabrikası tarafından dolgu gresi konur ve ileride gres yağı ilavesine gerek yoktur. Çünkü fabrikanın koyduğu dolgu gres yağı rulmanlı yatağın ömrü boyunca yeter.

Örtüler dolgu gresinin dışarıya sızmasına ve toz, talaş gibi yabancı maddelerin de yatağın içerisine girmesini önler.

İki tarafı örtülü yataklar rutubetsiz ve sıcak olmayan yerlerde bulundurulmalıdır.

Rulmanlı yataklar, karşılaştıkları kuvvet şekline ve yuvarlanma elemanlarına göre iki ana bölümde incelenir.

- Yüküne Göre
  - Enine (Radyal)Çalışan Yuvarlanma Dirençli Yataklar

Rulmanın taşıyacağı yük yatak eksenine dikse, bu tip rulmanlara **radyal** denir.

  - Boyuna (Eksenel) Çalışan Yuvarlanma Dirençli Yataklar

Rulmanın taşıyacağı yük yatak eksenine paralelse bu tip yataklara boyuna (eksenel)çalışan yuvarlanma dirençli yatak denir.

Resim 1.24: Eksenel silindirik makaralı - Resim 1.25: Eksenel oynak makaralı yataklar

- Yuvarlanma Elemanına Göre
  - Bilyeli (Küresel) Yataklar

Geçmiş 1870 yıllarına kadar uzanan bu rulmanlar bir veya iki sıralı olarak yapılır.

Yuvarlanma elemanı bilye olan radyal ve eksenel yataklardır. Genelde az zorlanan ve yüksek devirlerde çalışmaya elverişli yataklardır.

- Sabit bilyeli yataklar

Sabit bilyeli yataklarda bilyeler için iç bileziğin dış çevresinde ve dış bileziğin iç çevresinde içbükey yuvalar bulunur. Tek sıra bilyeli yataklarda bir, iki sıra bilyeli yataklarda ise iki adet yuva bulunur. Bilyeler bu yuvalarda kendi eksenlerinde ve iç bileziğin dış çevresinde hareket ederler.

Rulmanlı yataklarda iç bilezik mile ve dış bilezik de koruyucusuna veya makine gövdesine sıkı olarak geçirilir. Sıkı olarak geçirilmezler ise de yardımcı bir araçla sıkıca bağlanırlar. Sabit bilyeli yataklarda iç bilezik, dış bilezik ekseninde dönmesi gerekir. Sabit bilyeli yatak montajı hatalı olursa (çok az da olsa kasıntılı ve yalpalı dönecek şekilde yakılma) çalışmada vuruntulu bir ses oluşur ve yatak kısa sürede ısınır. Bunun sonucunda yatak dağılır veya kısa sürede yıpranarak kullanılamaz hale gelir.

Resim 1.26: Tek sıra sabit bilyeli yatak

Çift sıra sabit bilyeli yatak

- Eğik Bilyeli Yataklar

Bu yataklar özellikle açısal doğrultuda ve tek yönlü zorlamalara son derece elverişlidirler.

Resim 1.27: Eğik bilyeli tek sıra ve çift sıra yatak

Resim 1.28: Oynak bilyeli yatak

- Oynak Bilyeli Yataklar

Oynak bilyeli yatağın iç bileziği ile bilyelerin konumu sabit kaldığı halde dış bilezik yalpa hareketi yapabilmektedir. Bu nedenle milleri desteklemek için; bir tane sabit bilyeli yatak kullanılırsa ikinci olarak oynak bilyeli yatak kullanılır. Böylece sabit bilyeli yatağa , ikinci durumdaki oynak bilyeli yatak uyum sağlayacağından, kasıntı ve bunun sonucundaki sakıncalar oluşmaz.

Yatağın oynak bilyeli yatak olabilmesi için mutlaka iki sıra bilyeli olması gerekir.

- Omuzlu Bilyeli Yataklar

Bu yatağın dış bileziğinin çevresi dışbükeydir. Bu nedenle omuzlu bilyeli yataklarda muylu biraz açılı dönüyorsa yatağın iç bileziği ve dış bileziği yuvası içinde oynamak suretiyle milin hareketine uyarlar ve kasıntı durumu meydana gelmez.

- Eksenel Bilyeli Yataklar

Bilyeli yatak yalnız eksenel doğrultudaki zorlanmalara göre yapılmış ise bu tür yataklara eksenel bilyeli yataklar denir.

Resim 1.29: Eksenel bilyeli yataklar

Bu yatakların bilyeleri kafes içinde kalacak şekilde bilezikler birbirinden ayrılır. Eksenel bilyeli yataklar bir veya iki sıra bilyeden oluşabilir.

Eksenel bilyeli yatakların olabilecek kasıntıların yatağa zarar vermesini önlemek ve bilyeleri eşit değerde yükleyebilmek için oturma plâkalı olarak yapılanları da vardır:

- Silindirik Makaralı Yataklar

Yuvarlanma elemanı silindir olan radyal ve eksenel yataklardır. Bu rulmanlar ağır yükleri taşıyabilir. Çünkü makaraların yuvarlanma yüzeyine teması bilyelerdeki gibi noktasal değil çizgiseldir. Bu rulmanların yüksek hızlarda ısınma eğilimleri daha fazla olup konik olarak yapılanları da vardır. Bilyeli yataklara göre iki kat daha zorlanabilir

Resim 1.30: Silindirik makaralı tek sıra ve çift sıra rulmanlı yatak

- Fıçı Makaralı Yataklar

Fıçı makaralı yataklara masuralı yataklarda denilmektedir.

Yuvarlanma elemanı fıçı şeklindeki makaralardan meydana gelen radyal ve eksenel yataklardır ve iki sıra hâlindedir. Çok fazla zorlanan, vuruntulu çalışmanın olduğu yerlerde ve ağır işler için en uygun yataklardır. Aynı zamanda sistemde bulunan bilyeli yatakların mil eksenindeki kuvvetlerinde karşılama kullanılır.

Fıçı makaralı rulmanların iç yatakları iç bileziğindeki delik kısmı, konik veya silindirik olur. Delik içi konik olan rulmanlar, millere dış kısmı aynı derecede konik olanlar çektirme kovanı ya da gergi kovanıyla bağlanır.

Resim 1.31: Fıçı makaralı rulman

- Konik Makaralı Yataklar

Yuvarlanma elemanı kesik koni olan radyal ve eksenel yataklardır. Makaralarla bileziğin değme yüzeyleri konik olduğundan bu tür yataklar aynı zamanda radyal ve eksenel yönlerdeki kuvvetleri taşımaya elverişlidir.

Konik makaralı rulmanlarda eksenel yönde gelen kuvvet önemli ise koniklik açısı büyük olan yataklar seçilmelidir.

Resim 1.32: Konik makaralı rulmanlı yataklar

Konik makaralı yataklar yükleme sırasında takılı oldukları mili, ekseni doğrultusunda kaydırmaya çalışır. Bu kaydırma kuvvetinin etkisiyle milin yer değiştirmemesi için aynı mil üzerinde iki adet ve birbirlerine karşıt durumda konik makaralı rulman kullanılmalıdır. Böylece yatakların mili itme etkileri birbirini karşılayacağından mil yer değiştirmez.

Resim 1.33: Oynak makaralı **Resim 1. 34: İğneli rulmanlı yataklar**

- İğneli Rulmanlar

İlk patentini Almanlar almıştır. Bu rulmanlar 3-4 mm çapında ve yaklaşık olarak 20-35 mm uzunluğunda ince iğne şeklindeki makaralardan meydana gelir. Bu rulmanlarda devir sayısı 10.000 dev/dk.ya ulaşır.

Diğer yatakların monte edilemeyeceği kadar dar olan yerlerde kullanılır. Örneğin, bazı piston kollarının baş kısımlarını, krankın dirsek muylusuna ve ayrıca ayak kısmının ayak kısmının piston miliyle birleşme yerlerinde, vites kutusu grup dişli çarklarının göbek kısımlarında vb. yerlerde iğne makaralı rulmanlar kullanılır

1.3.2.3. Rulmanların Bazı Üstünlükleri

- Rulmanlı yataklar standardize edilmiştir. Mil çapına göre bütün ölçü ve şekilleri belirlenmiş olup kataloglardan bakmak suretiyle ölçüleri seçilebilir.
- Ölçüleri küçük olduğundan makine boyları da küçülmüştür.
- Sürtünme az olduğundan yağ sarfiyatı da azdır.
- Ömürleri çok fazladır.
- Takıldıkları mil veya yuvalarda aşınma meydana getirmez.
- Sürtünme çok az dolayısıyla enerji kaybı da azdır.

1.3.2.4. Yuvarlanma Dirençli Yatakların Sembollerle Gösterilmesi

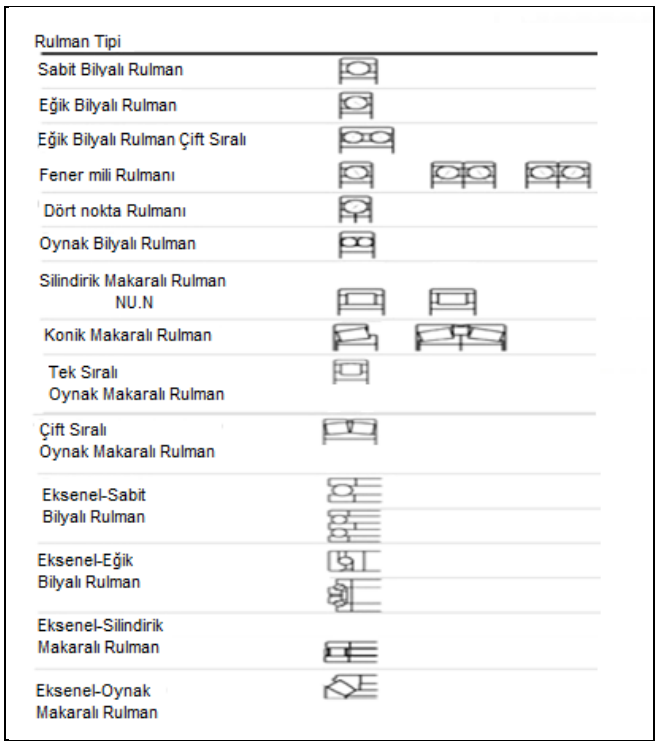
Yuvarlanma dirençli (rulmanlı) yatak yapan fabrikalar, yaptıkları yatakların ambalaj kutularında bazı harf ve rakamlarla bilgiler verirler.

Bu sembollerin anlamları şu şekildedir:
J harfi, yatağa ait kafesin, preste biçimlendirilmiş çelik saçtan , Y harfi kafesin , yine , preste biçimlendirilmiş pirinç saçtan, V harfi de yatağın kafessiz olduklarını gösterir.

Bilyeli yataklarda yatağın yalnız bir alın kısmı örtülü ise Z harfi ve her iki alın kısmı örtme kapağı ile örtülü ise 2Z ile gösterilir.

Yuvarlanma dirençli yataklarda muylunu geçeceği delik kısmı konik ise yatağın ambalajında K harfi bulunur. Bunun dışında koniklik oranının da belirtilmesi gerekir.

Örneğin Yatak deliği 1/30 oranında koniklik yapılmış ise K30 olarak gösterilir.
Ayrıca rulmanlı yataklar aşağıdaki tablodaki sembollerle ifade edilmektedir.



Tablo 1.1: Rulmanlı yatakların sembollerle ifade edilmesi

Yuvarlanmalı yataklar; DIN, ISO ve TSE' ye göre standartlaştırılmıştır. Üretici firmalar standartlara güre katalog hazırlamıştır. Tablo 1.2' de yuvarlanmalı yataklara ait

standartlar verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, delik çapı (d), dış çap (D), genişlik (B) gibi temel ölçüler görülür.

Yuvarlanmalı yatak çizelgelerinde yatağa ait sembollerin satırında boyutlar, yük taşıma kapasiteleri ve devir sayıları bulunur.

Standart çizelgelerin kullanılmasını bir örnekle açıklayalım: Seri sembolü 6006 olan yuvarlanmalı yatağın diğer ölçülerini çizelgeden bulalım.

Tablo 1.2 den önce birinci sütundan seri sembolü 6006 bulunur. Sonra sembolün satırında d=30, D=55, B=l3, r=1,5 değerleri tespit edilir.

Seri 60	Sembol	Boyutlar				Yük taşıma kapasitesi		Devir sayısı sınırları	
						Dinamik	Statik		
		d	D	B	r	C	Co	Gres yağ	Sıvı yağ
	6003	17	35	10	0,5	6,70	3,36	20000	25000
	6004	20	42	12	1	10,5	5,31	16500	20000
	6005	25	47	12	1	11,2	6,00	14500	18000
	6006	30	55	13	1,5	14,7	8,40	12000	15000
	6007	35	62	14	1,5	17,7	10,40	10500	13000

Tablo 1.2: Yuvarlanmalı yatak çizelgesi

1.3.3. Yatakların Yağlanma Şekilleri

Rulmanlar, yerleştirilmesi ve kullanılması bakımından büyük tedbirler isteyen, fakat bakım servisi minimuma indirilmiş hassas parçalardır. Sık sık yağlanmaları gerekmez. Dakikada 6.000 devir yapanlar için vizkozitesi yüksek yağlar kullanılır. Çok büyük dönme hızlarında (10.000 dev/dk. ve daha yukarı) akışkan yağlar tercih edilir.

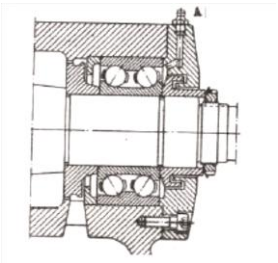
Yağlayıcının görevi; sürtünmeyi azaltmak, aşınma ve korozyonu önlemek, rulmanı gerek katı gerek sıvı kirlere karşı korumaktır.

Teorik olarak ideal şartlarda çalışan ve mükemmel yağlanan bir rulmanın sonsuz ömre sahip olması gerekir. Şüphesiz, gerçek çalışma durumunda bu mümkün değildir. Bununla beraber doğru yağlanan ve ideal şartlarda çalışan bir rulman maksimum servis ömrüne ulaşmaktadır.

Yağlayıcı madde, yuvarlanma elemanları ile yuvarlanma yüzeylerini birbirinden ayıran bir yağ filmi meydana getirerek büyük yükler altında dahi doğrudan teması önler.

Yağlayıcının seçimi;

- Çalışma bölgesi sıcaklığına,
- Devir sayısına,
- Çevreye,
- Diğer işletme şartlarına bağlıdır.



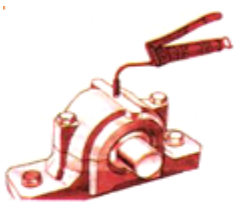
Şekil 1.23: Rulmanlı yatak ve yağlama nipeli

Yatağın yağlanması çok önemlidir. Yatağın bir an bile yağsız kalması önemli arızalara yol açar. Kullanılacak yağın cinsi, viskozitesi, miktarı, çalışma koşullarının gerektirdiği yağlama düzeninin kullanılması, yatağın sürekli bakımı önemlidir.

Ağır devirlerde çalışan ve fazla ısınmayan yataklar, gres yağı ile yağlanır. Seçiminde titizlik göstereceğimiz gres yağının ambalajı, yağın kullanacağı yerde ve yağlama sırasında açılmalıdır. Çünkü gres yağı, toz ve talaş gibi yabancı ve zararlı şeyleri kolayca tutar.

Yatağa gres yağının verilişi, gres nipelleri aracılığı ve gres pompaları yardımıyla olur. Şekil 1. 24'de bir yatağa gres pompası ile gres yağının verilişi görülüyor.

Gres yağının yatak içerisinde az oluşu ısınmaya neden olacağı gibi yağın fazlalığı da zararlıdır ve yatağın ısınmasına yol açar. Yuvarlanma dirençli yataklar monte edileceği zaman yataktaki rulmanlar üzerine gres yağı sıvandıktan sonra yatak iç serbest hacminin % 30–50 kadar kısmı gres yağı ile doldurulmalıdır (Bilyeli sabit yataklarda yatağın çalışma yeri fazla nemli ve paslanmaya müsaitse yatağa ait serbest boşluğun % 90'ına kadar gres yağı ile doldurulabilir.).



Şekil 1. 24: Yatağın yağlanması

Resim 1. 35: Rulmanlı yatağın yağlama nipeli

Alın kısımları örtme kapakları ile kapalı olan rulmanlı yataklara dolgu gresinin yatağı yapan fabrika tarafından konduğunu biliyoruz. Kapaklı yuvarlanma dirençli yatakları depolarda fazla tutmamalı ve depolandıkları yerin serin olmasına dikkat edilmelidir.

Yataklarda ince yağ olarak filtre edilmiş yağ kullanılmalıdır. Konulacak yağ miktarı için yağ seviye göstericisi cam tüpten yararlanılır. Bu amaçla yatakta olması gereken yağ seviyesinde bulunan tapalı yağ taşıma deliği de kullanılabilir. Pratik olarak yuvarlanma dirençli yatağın en alt kısmındaki rulmanın ortasına kadar ince yağ koymak da yeterlidir.

Yatağın çalışma sıcaklığı, yağın eskimesinde son derece etkilidir. Madensel ince yağların ömürleri yağın çalışma sıcaklığına göre şöyledir:

30 °C'de 30 yıl, 40 °C'de 15 yıl ve çalışma sıcaklığının her 10 °C artmasına karşılık yağın ömrü yarıya iner. Buna göre 100 °C'de çalışan bir yağın ömrü üç aydır.

100 °C'nin üzerindeki çalışma sıcaklıkları için sentetik yağ kullanılması önerilir.

Nedeni ne olursa olsun, yatağın ısınması elimizi çok fazla rahatsız edecek derecede olmamalıdır. Yatağın ısınma derecesini tespit eden elektronik cihazlar da vardır(Resim 1. 36). Bu termometreler -50 º ile 220º arasında ölçüm yapabilir.

Resim 1. 36: Elektronik termometreler

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki mil ve muylu hesaplarını yapınız.

Uygulama-1

Kaliteli çelikten yapılmış bir mil ile 20 Bg'nü 2500 dev/dk. dönme hızı ile ulaştırılması gerekiyorsa kullanılacak milin çapını hesaplayınız?

Verilenler:

N=20 Bg

n= 250 dev/dk

D=?

Çözüm :

$$D=71\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

$$D=71\sqrt[3]{\frac{20}{2500}}$$

$$D=71\sqrt[3]{0,008}$$

D=71×0,2

D=14,2cm

D=142 mm bulunur.

Yaklaşık olarak D= 142 mm bulunur.

Uygulama 2-

Yumuşak çelikten yapılan mil ile 12 Bg'nü dakikada 3000 kez dönecek şekilde iletmek isteniyor. Bunun için mil çapının ne kadar olması gerekir?

Verilenler:

N=12 Bg

n= 300 dev/dk

D=?

Çözüm:

$$D=71\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

$$D=71\sqrt[3]{\frac{12}{3000}}$$

$$D=71\sqrt[3]{0,004}$$

D = 11,27 cm

D= 112,7.mm

Yaklaşık olarak D= 115 mm bulunur.

Uygulama 3-

Çapı 100mm olan muylunun boyu 120mm'dir.Muylu 2500 kg ile zorlandığında tehlikeli kesitteki eğilme gerilmesini bulunuz.

Verilenler:

d = 100mm = 10cm

L = 120mm = 12 cm

F = 2500Kg

$$\sigma b = ?$$

Çözüm:

$$\sigma b = \frac{Mb}{Wb}$$

Yukarıdaki formülde (Mb) ve (Wb)'nin karşılığını koyalım;

Formül :

$$\sigma b = \frac{Mb}{Wb}$$

$$\sigma b = \frac{F \times \frac{L}{2}}{\frac{\pi \times d^3}{32}}$$

$$\sigma b = \frac{2500 \times \frac{12}{2}}{\frac{3{,}14 \times 10^3}{32}}$$

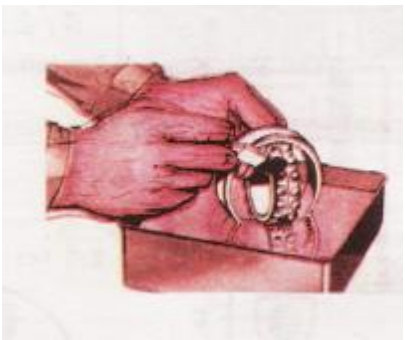
$$\sigma b = \frac{15000}{98{,}125}$$

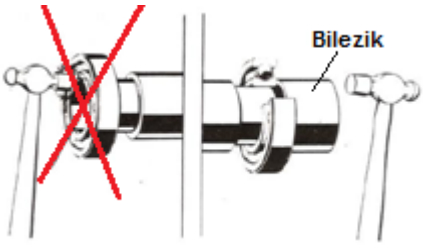
σb =152,8Kg/cm²

$\sigma b \sim$153 Kg/cm² bulunur.

Uygulama 4-

Yuvarlanma direnli (rulmanlı) yatak söküp takınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Rulmanlı yatağı sökünüz. 	➢ Takma işlemi temiz, kuru, toz ve talaş kaldıran makinelerden uzak bir yerde yapınız. ➢ Takma-(montaj) ve sökme (demontaj) işlemleri için uygun takım seçimi yapınız. ➢ Çektirmeler, kanca anahtarlar, yatak sökme parçaları, boru parçaları, hidrolik takımlar ve ucu yuvarlak zımba kullanınız. ➢ Asla bir rulman sökerken doğrudan çekiçle vurmayınız. Rulman çektirmesi ile sökünüz. ➢ Rulmanın geçeceği muylu yüzeyi pürüzsüz ve taşlanmış olmalı, şekil ve konum toleranslarına uygun imal edilmiş olmalıdır.
➢ Yeniden kullanılacak rulmanlı yatağın kontrolünü ve temizliğini yapınız.  	➢ Yuvarlanma dirençli yatak herhangi bir nedenle sökülüp ve daha sonra tekrar kullanılacaksa temiz bir fırça ile iyice yıkayınız. ➢ Kirli bir rulmanı asla döndürmeyiniz. ➢ Bunun yerine petrol esaslı bir çözücü ile yıkama yapılırken yavaş yavaş çevirerek ve yıkadıktan sonra kuru, temiz ve iplik bırakmayan bir kumaşla veya rulman parçalarından hiçbirinin dönmediğinden emin olarak temizleyiniz. ➢ Nemsiz basınçlı hava ile temizleyiniz. ➢ Yağlayıcısı kötü bir şekilde oksitlenmiş büyükçe rulmanlar, kuvvetli bir alkali solüsyonla örneğin %10' a varan oranlarda kostik sodayla temizlenebilir. ➢ Bu işlemleri sırasıyla yaparken çok dikkatli olmak gerekir. Sodalı su cilde, elbiseye ve alüminyum eşyaya zararlıdır ➢ Mutlaka koruyucu eldiven, gözlük ve önlük kullanılmalıdır. ➢ İki yanı örtülü sabit bilyeli yataklar, sebebi ne olursa olsun, yıkanmamalıdır. Aksi hâlde dolgu gresi yağı eriyerek akar ve bu durumdaki örtme kapaklı bir yatak artık kullanılamaz. ➢ Önceden kullanılmış yuvarlanma dirençli

	yatağın yatak boşluğu durumunu, sentil ile tespit edebilir. ➢ Sentil bulamadığınızda elle pratik kontrolünü yapınız. ➢ Burada, iç bileziği sabit tutunuz dış bileziği döndürünüz. ➢ Dış bileziğin dönme şekline ve çıkan sese göre boşluk durumunu yaklaşık olarak öğreniniz.
➢ Rulmanın montajını yapınız. **(Mekanik Montaj)** 	➢ Sıkı geçme ile oturacak bileziği önce monte ediniz. ➢ Montaj kuvvetini daima bilezik üzerine iletiniz. ➢ Bilezikleri birbirinden ayrılabilen rulmanlarda iç ve dış bileziği önce kendi başına monte ediniz. ➢ Bir çekiç uygulanacaksa yumuşak bir alaşımdan hazırlanmış burç veya dayama üzerinden iletilmesini sağlayınız. ➢ Burç veya dayamanın yalnız bileziklere temas etmesi, kafes veya rulman elemanlarına asla değmemesini sağlayınız. ➢ Genelde çapı 100 mm'den küçük rulmanları mekanik kuvvetle monte ediniz. ➢ Montajdan sonra parçalar hafifçe döndürülerek iç içe geçirilir ve montaj tamamlayınız. ➢ Montaj bittikten sonra gerekli radyal ve eksenel boşluklar kontrol ediniz.
➢ **Hidrolik Montaj** 	➢ Büyük rulmanların sökülmesini kolaylaştırmak için hidrolik yöntem kullanınız. ➢ Sıvı yağ geçme yüzeyleri arasına basılarak geçme elemanları herhangi bir yüzey hasar riski olmaksızın çok az bir kuvvet uygulanmasıyla birbirleri üzerinden sökünüz. ➢ Basınç üretmek için yağ pompası kullanınız. ➢ Sökmede, 20 ºC'de yaklaşık 150 mm2/sn. viskoziteye sahip yağ kullanınız. ➢ Geçmenin aniden çözülmesi nedeniyle rulman veya manşonun eksenel hareketi bir somun ya da destek parçasıyla sınırlandırınız.

➢ **Termik Montaj** 	➢ Hassas rulmanlar ve greslenerek sızdırmazlığı sağlanmış (metal veya conta kapaklı) rulmanlar dışındaki bütün tip ve büyüklükteki rulmanlar yağ banyosunda ısıtınız. ➢ Rulmanın, homojen olarak ısınabilmesi için bir ızgara üzerine yatırınız ya da asınız. ➢ Rulmanlar, sıcaklığı termostatla kontrol edilebilen ısıtıcı plaka üzerinde ısıtılabilir. ➢ Bir rulman en güvenilir, en çabuk ve en temiz şekilde indüksiyonla ısıtma cihazı ile ısıtınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yatak ile muylu arasında yüzeysel bir sürtünme var ise bu tür yataklara ne ad verilir?

A) Kayma dirençli yatak
B) Rulmanlı yatak
C) Masuralı yatak
D) Yuvarlanma dirençli yatak

2. Günümüzdeki modern motorlarda daha çok kolayca değiştirilebilen kayma dirençli yarım yataklar kullanılır. Bu tür yataklara ne denilmektedir?

A) İğneli yataklar
B) Rulmanlı yatak
C) Kusinetli yataklar
D) Yuvarlanma dirençli yataklar

3. Krank milinin eksenel hareketini kontrol altında tutan yataklara ne ad verilir?

A) Kayma dirençli yatak
B) Gezinti yatakları
C) Kusinetli yatak
D) Yuvarlanma dirençli yatak

4. Aşağıdakilerden hangisi rulmanlı yatağın kısımlarından birisi değildir?

A) Burç
B) Bilezik
C) Kafes
D) Bilye

5. Aşağıdaki millerden hangisi doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir?

A) Eğilebilen miller
B) Düz miller
C) İçi boş miller
D) Krank milleri

6. Hem dairesel hem de doğrusal hareketin iletildiği miller hangisidir?

A) Düz miller
B) İçi boş miller
C) Kamalı miller
D) Eğilebilen miller

7. Aşağıdakilerden hangisi taşıma muylularının özelliklerindendir?

A) Tesir eden kuvvet mil eksenine paraleldir.
B) Tesir eden kuvvet mil eksenine diktir.
C) Yataya dik olarak çalışırlar.
D) Tesir eden kuvvet mil eksenine açılı gelir.

8. Mil ve muyluların aşınmasını engellemek içi aşağıdakilerden hangisi yapılmaz?

A) İyi bir yağlama sistemi olmalıdır.
B) Yüzeyleri hassas işlerin sürtünme direnci azaltılmalıdır.
C) Yüzeyleri sertleştirilmelidir.
D) Yüzeyleri yumuşak olmalıdır.

9. Bilyeli yataklara göre iki kat daha zorlanabilen , yuvarlanma yüzeyine teması bilyelerdeki gibi noktasal değil çizgisel olan ve yuvarlanma elemanı silindirik olan yataklara ne ad verilir?

A) Kusinetli yatak
B) İğneli yatak
C) Bilyeli yatak
D) Silindirik makaralı yatak

10. Yuvarlanma elemanı kesik koni olan radyal ve eksenel yataklara ne ad verilir?

A) Konik makaralı yatak
B) İğneli yatak
C) İğneli yatak
D) Silindirik makaralı yatak

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Kayış, kasnak, dişli çarklar ve zincirlerin hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Motorlu araçlarda kullanılan kayış kasnak mekanizmalarını araştırınız.
- Motorlu araçlarda kullanılan dişli çarkları araştırınız.
- Motorlu araçlarda kullanılan zincirleri araştırınız.

2. KAYIŞ, KASNAK, DİŞLİ ÇARK VE ZİNCİRLER

2.1. Kayış ve Kasnaklar

Kayış ve kasnak mekanizmasının yardımı ile kullanıldığı yere göre hız veya güç artırılması sağlanır. Aşağıda bir kayış kasnak mekanizması görülmektedir.

Şekil 2.1: Kayış kasnak mekanizması

2.1.1. Kayış Tanımı ve Çeşitleri

Hareket veren mile bağlı olan kasnaktan aldığı güç ve hareketi, çok defa paralel konumda bulunan diğer mil üzerindeki kasnağa ileten araçlara kayış denir.

Resim 2.1: Kayışlar

Miller arasındaki açıklık, 1……5 m olduğu zaman kayış kayması nedeni ile iletim oranı az da olsa değişmesinin önemli olmadığı durumlarda , kayış kasnak sistemi kullanılır.

Kayışların yapım malzemeleri ve biçimleri bakımından çeşitleri şu şekilde sıralanmaktadır.

- Malzemelerine Göre Kayışlar

Kayış malzemeleri aşağıdaki özellikleri karşılayacak kabiliyette olmalıdır.

- Bükülme özelliği ve yüksek bir çekme dayanımı
- Uygun bir ömür ve yorulma dayanımı
- Düşük maliyet

Kayışlar farklı malzemelerde yapılabilmektedir ve yapım malzemelerine göre biçimleri farklıdır.

Çeki Tabakası	**Kayma tabakası**	**E** **(N/mm²)**	**Ee** **(N/mm²)**	**σe** **(N/mm²)**	**σk em** **(N/mm²)**	**s** **(mm)**	**b** **(mm)**
Dokuma Kayışlar							
Tek kat, PA veya PE elyaf	Kauçuk veya poliüretan	350-1200	50	50-60	3,3-5,4	0,5-1,5	10-50
Çok katlı, PA,PE veya Pamuk elyaf	Kauçuk veya balata	900-1500	50	45-60	3,3-5,4	3-7	10-500
Çok katlı kompozit							
PA veya PE elyaf kauçuk	Kauçuk	600-700	60	220-260	5-12	1,5-	…50

gövdede	veya PU					3,3	0
PA veya PE elyaf kauçuk gövdede	Krom tuzlu kösele	500-600	50	180-200	4-10	1,7-8,2	……500
Tek veya çok katlı PA	Kauçuk veya PU	500-600	50	180-200	4-10	1,5-3,3	…500
Tek veya çok katlı PA	Krom tuzlu kösele	400-500	40	140-180	3-8	1,7-8,2	...120
Tekstil kayışlar							
Pamuklu	-	500-1400	40	36-52	2,3-5	4-12	20-270
PA veya Perlon	-	500-1400	40	180-220	9	0,4-1,2	10-200
Kösele							
Standart	-	200-300	50-90	25	3,9	3-20	20-180
Yüksek elastik	-	250-400	30-70	30	4,4	3-20	20-1800

Çeki Tabakası	**Kayma tabakası**	μ	**Tem (°C)**	**(s/dı) maks**	$F_{Ç}$ **maks (N/mm)**	ρ **(kg/dm³)**	**fe maks**	V_{maks} **(m/s)**
Dokuma Kayışlar								
Tek kat, PA veya PE elyaf	Kauçuk veya poliüretan	0,5	_20……100	0,035	100	1,1….1,4	10……50	80

Çok katlı, PA,PE veya Pamuk elyaf	Kauçuk veya balata	0,5	_20…….100	0,035	300	1,1….1,4	10…….20	20.....50
Çok katlı kompazit								
PA veya PE elyaf kauçuk gövdede	Kauçuk veya PU	0,75	_20…….100	0,008..0,025	200	1,1….1,4	100	60…..120
PA veya PE elyaf kauçuk gövdede	Krom tuzlu kösele	Köse le gibi	_20…….100	0,0…0,03	400	1,1….1,4	100	60….120
Tek veya çok katlı PA	Kauçuk veya PU	0,75	_20…….100	0,008..0,025	800	1,1….1,4	100	80
Tek veya çok katlı PA	Krom tuzlu kösele	Kösel e gibi	_20…….100	0,0…0,03	800	1,1….1,4	100	80
Tekstil kayışlar								
Pamuklu	-	0,3	-	0,05	-	1,3	40	50
PA veya Perlon	-	0,3	70	0,07	-	1,1	80	60
Kösele								
Standart	-	0,3	35	0,003	-	1,0	5	25
Yüksek elastik	-	0,3	70	0,07	-	0,9	25	40

Tablo 2.1: Kayış malzemeleri ve özellikleri

- Kösele Kayışlar

Genellikle sığırların sırt derilerinden elde edilen ve bitkisel, krom-bitkisel veya krom bileşikleri ile tabaklanmış olan kösele kayışlar yüksek bir çekme dayanımına sahiptirler aynı zamanda aside, neme ve alkalilere karşı dayanıklıdır. Genişlikleri 20 ila 600 mm ve kalınlıkları 3 ila 7 mm arasında değişen bu kayışların kalınlığını arttırmak için çift veya ender olarak 3 tabakalı olarak imal edilirler.

- Tekstil Kayışlar

Pamuk , kıl , ham ipek gibi ürünlerin işlenmesi ile elde edilen kayışlardır.Tiftik keçisi kılları veya deve tüyünden elde edilen kayışlar tozlu yerlerde ve kimya fabrikalarında , sıcak ortamlarda rahatlıkla kullanılır.

- Lastik Kayışlar

Bu tür kayışlar bezlere kauçuk emdirilmesi ile elde edilir. Kauçuk kayış da denilmektedir.

Lastik kayışlar ıslak, buharlı ve asitli yerlerde kullanılmaya uygundur. Sıcaktan ve madensel yağlardan zarar görürler. Madensel yağın etkilerine dayanabilen ve statik elektriği ileten lastik kayışlarda yapılmaktadır.

- Balata Kayışlar

Kauçuğa benzeyen Güney Afrika'da yetişen mimaz isimli bir bitkiden elde edilir.

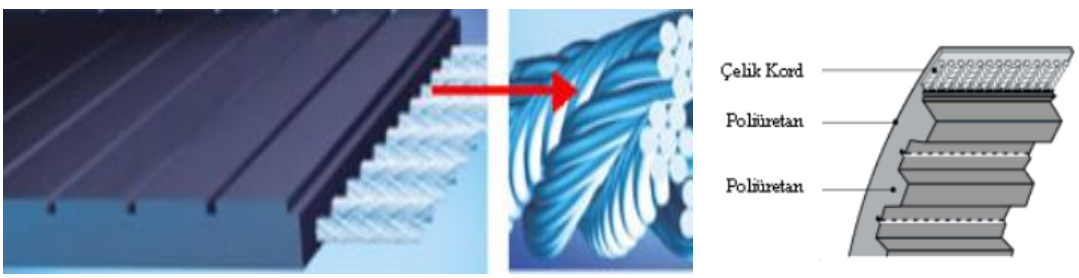
Balata kayışlar tozlu ve rutubetli yerlerde kullanıma uygundur. Bu kayışların en büyük sakıncaları; 35°C sıcaklığın üstündeki sıcaklıklara dayanamaması, benzin ve madensel yağlara karşı dirençli olmayışıdır.

- Çelik Kayışlar

Bu kayışlar yüksek kaliteli sertleştirilmiş ve soğuk olarak haddelenmiş çelik lamaların, özel şekilde birleştirilmesi ile elde edilir. Fakat fazla kullanım sakıncaları olduğundan dolayı kullanılmamaktadır.

- Poliüretan Çelik Telli Kayışlar

Kayışları aşınmaya karşı dayanıklı poliüretan malzeme ile çelik tellerden üretilir. Yüksek kaliteli bileşenleri ve zor aşınan poliüretan dişleri ile sabit uzunluktaki galvanizli gergi elemanlarının arasındaki mükemmel bağ ve uyum sayesinde yüksek güç çıkışı elde edilir. Gergi elemanlarında, sürekli çalışmada herhangi bir uzama beklenmez.



Resim 2.2: Poliüretan çelik telli kayışlar

Özellikle zaman ayar kayışlarında tercih edilen bu kayışlar, güç iletiminde düzgün yük dağılımını sağlayacak şekilde çok düşük toleranslarda üretilir. Bu kayışlar, yüksek torklarda birçok çeşit ürünün konumlanması ve taşınması için uygundur.

- Kaplamalı kayışlar

Resim 2.3: Kaplamalı kayışlar

Bu tip V kayışı, zaman kayışı ve poliüretan çelik telli kayışlar üzerine istenilen poliüretan ve epidiem kaplaması yapılmaktadır.

➢ Biçimlerine Göre kayışlar

Kayışların diş kesitleri biçimleri olarak değerlendirilir. Kayışların isimlendirilmesinde diş kesitlerinin şekli de dikkate alınır.

- Düz (Yassı) Kayışlar

Yapıldığı malzeme ne olursa olsun dik kesiti dikdörtgendir. Genişliği ve kalınlığı ile ifade edilirler.Özellikle mümkün olduğunca genişli fazla ve kalınlığı az olan kayışlar tercih edilerek kasnağa temas eden yüzeyi artırılır.Genişliği fazla ve kalınlığı az olan kayışların kenarları zayıf olduğundan kayışın iki tarafına kayış şerit dikilir.Kayışlarda standartlaştırılmış makine elemanlarındandır.

Örneğin Yassı kayısın malzemesi kösele ise TS 99, gereci bez ise TS 98 ve Kauçuk ise TS 97 gibi standartları mevcuttur.

- Trapez (V) Kayışlar

Bu kayışların kasnağa değen yüzeyleri V şeklinde olduğundan endüstride bu kayışlara V kayış denilmektedir.

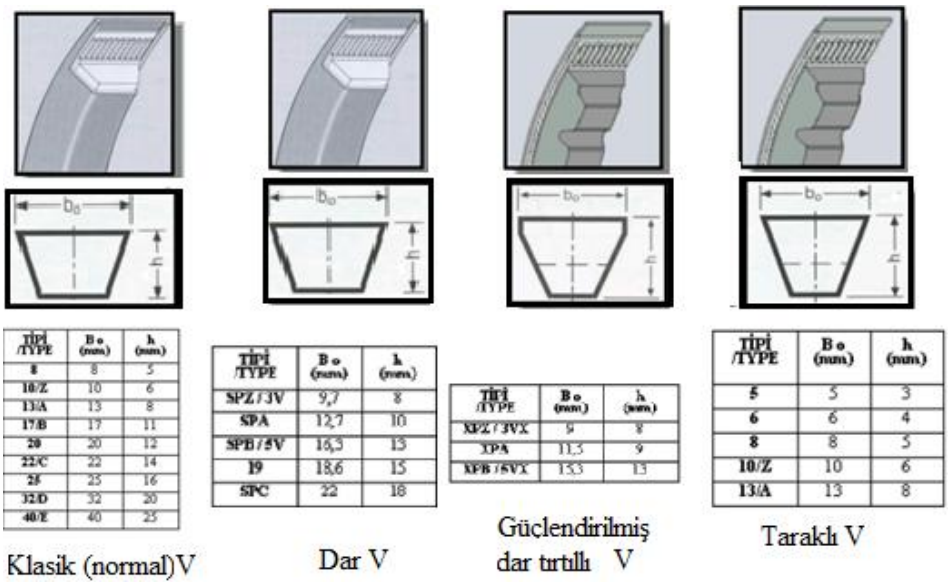
Trapez kayışlar genellikle sonlu boylu olarak yapılırlar. Kayış siparişi verilirken "b0"genişliği ve "h" sonsuz boyu verilerilir.

Örneğin ; V kayış 25 × 1000 TS 198 gibi.

Genişlik b_0 (mm)	5	6	8	10	13	17	20	22	25	32	40	50
Yükseklik h (mm)	3	4	5	6	8	11	12,5	14	16	20	25	32

Tablo 2.2: Bazı V kayış ölçüleri

V kayışları TS 198'de aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.



TİPİ /TYPE	Bo (mm)	h (mm)
8	8	5
10/Z	10	6
13/A	13	8
17/B	17	11
20	20	12
22/C	22	14
25	25	16
32/D	32	20
40/E	40	25

Klasik (normal)V

TİPİ /TYPE	Bo (mm)	h (mm)
SPZ / 3V	9,7	8
SPA	12,7	10
SPB / 5V	16,3	13
19	18,6	15
SPC	22	18

Dar V

TİPİ /TYPE	Bo (mm)	h (mm)
XPZ / 3VX	9	8
XPA	11,5	9
XPB / 5VX	15,3	13

Güçlendirilmiş dar tırtıllı V

TİPİ /TYPE	Bo (mm)	h (mm)
5	5	3
6	6	4
8	8	5
10/Z	10	6
13/A	13	8

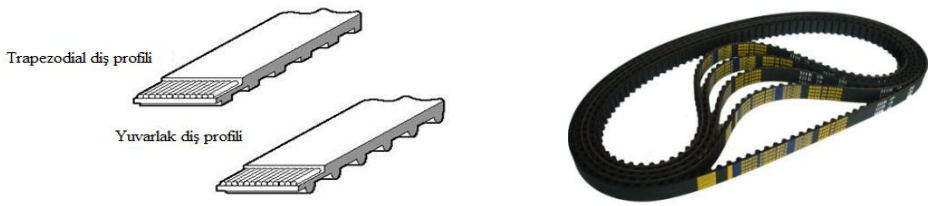
Taraklı V

Tablo 2.3: V kayış standartları

- Klasik (normal) V kayışları
- Dar V kayışları
- Güçlendirilmiş dar tırtıllı V kayışları
- Taraklı V kayışları
- Sonsuz geniş V kayışları

V kayışları da senkronize kayışlar gibi standartlaştırılmışlardır. Piyasadan standart olarak sipariş edilmeleri mümkündür. V kayışların standart ebatları ve diğer standart özellikleri hakkında yukarıdaki çizelgede verilen standartlara başvurulabilir.

- Dişli Kayışlar

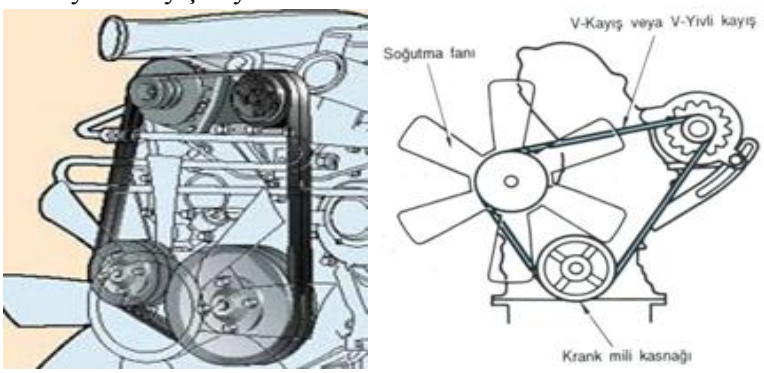


Resim 2.4: Dişli kayışlar

Dişli kayışlar iki amaçla kullanılırlar. Birinci amaç, yüksekliği fazla olan trapez profilli büyük ölçüdeki lastik kayışların esneme yeteneğini artırabilmek içindir. Bu tur kayışlara kanallı V kayışlarda denir.

Resim 2.5: Kayışın esneme yeteneği

Trapez profilli ve büyük lastik kayışları dişli olarak yapmakla, esneme yeteneği artırıldığı için bunların, küçük çaplı kasnaklarda da başarılı bir şekilde kullanılmaları mümkün olmuştur. Bu tür V kayışların başka bir özelliği de büyük ölçüdeki V kayışlarda oluşan ve önemli sayılan kayış kaymasını en aza indirmeleridir.



Şekil 2.2: Hareket iletim V kayışı

İkinci amacı ise kayışı zincir gibi kullanmaktır.

Bu tür dişli kayışlar zincirlere göre daha hafiftirler ve iç kısımlarında güçlendirici çelik teller olduğundan dayanıklıdırlar. Dişli kayışla güç ve hareket iletimi diğer kayışlarda olduğu gibi değildir ve iletim oranında herhangi bir değişiklik olmaz.

- Yuvarlak Kayışlar

Yuvarlak kayışlar, daire biçimindedir. Güç ve hareket iletimi için kullanılan termoplastik poliüretandan ya da köseleden yuvarlak kesilerek veya şeritlerin bükülmesiyle elde edilen yuvarlak kayışlar pratik kaynak işlemi ile isteğe göre boyutlandırılmaktadır. Yuvarlak kesitli kayışlar, dikiş makinesi, sinema ve kamera teçhizatı, pamuklu ve yünlü üretim makineleri, gıda, baskı ve paketleme makineleri, vantilatör ve benzeri makinelerde ufak güçlerin iletilmesinde kullanılır. 5, 6, 7, 8 ve 10 mm çaplarında yapılır

Resim 2.6: Yuvarlak kayışlar

- Mafsallı Kayışlar

Mafsallı kayışlar, bezli kauçuk baklaların çelik tellerle oynak bir şekilde birleştirilmeleri ile elde edilir. Oldukça oynak ve esnek bir kayış olmasına karşılık , ağır sayılan bir kayıştır.Ağır olmaları sebebi ile günümüzde pek kullanılmamaktadır.

2.1.2. Kullanıldığı Yerler

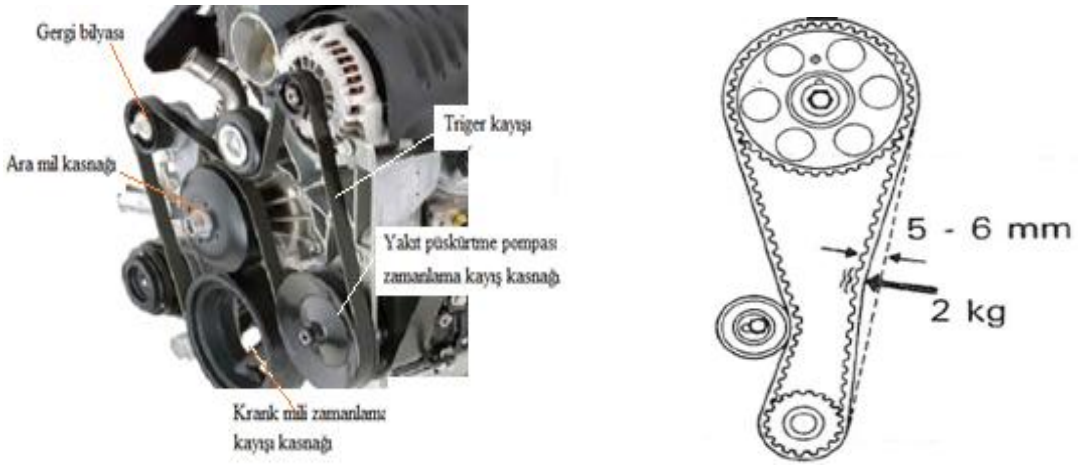
Motorlu araçların bazı güç ve hareket iletimi V ve dişli kayışlarla sağlanmaktadır.Örneğin zaman ayar düzeneğini sağlayan triger kayışları lif dokusu güçlendirilmiş lastikten yapılmıştır. Dişli tip bir triger kayışı ile kam milini hareket ettirmek sessiz bir çalışma sağlar ve düşük ağırlık sayesinde özellikle yüksek motor devirleri için uygundur.

Triger kayışının malzemesi yağ ve soğutma suyu temasına uygun olmadığından motor üzerinde çalışma yapılırken bu malzemelerin kayışa temas etmesini önleyecek şekilde çalışmalıdır.

Triger kayışı belli servis aralıklarında değiştirilmelidir. Kontrol esnasında kayışın arkasında çatlaklar ya da aşınmış dişler görülürse planlanan süre gelmemiş olsa bile mutlaka değiştirilmelidir.

Yeni montajı yapılan ya da kullanımdaki triger kayışının gerginliği ön kapak açıldığında kontrol edilmesi gerekir. Bu kontrolde eksenleri arası uzun olan kasnakların ortasından kayışa yaklaşık 2kg civarında baskı kuvveti uygulandığında kayışın 5-6 mm esnemesi gerekir.(Resim 2.7)

Aşırı gergin olan kayış kasnak yataklarına zarar verir.

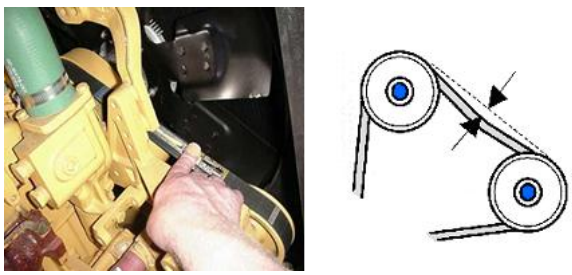


Resim2.7: Triger kayışı ve gerginlik kontrolü

Yine motorda alternatöre, vantilatöre ve su pompasına (devir daim pompası) hareket veren V kayışı vardır.

Resim 2.8: Motorlarda alternatör kayışı

Alternatör kayışı, krank milinden aldığı hareketi su pompası, alternatör ve kompresör gibi sistemlere ileterek bu sistemlerin çalışmasını sağlar. Krank milinden alınan hareketin diğer sistemlere kayıpsız olarak iletilebilmesi için kayış gerginliğinin iyi olması gerekir. Kayış gerginliğinin kontrolü şu şekilde yapılabilir.

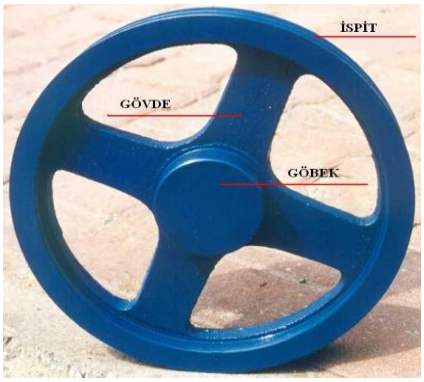


Resim 2.9: Alternatör kayışı gerginlik kontrolü

Pratik olarak normal kayış gerginliği, başparmakla basıldığında 10 ile 15 mm kadar esnemelidir. Parmakla basma yeri, kayışın en uzun kısmından ve orta yerinden yapılır. Kayış ayarı uygun değil ise alternatör gergi tespit somunu ve motora bağlantısını yapan somunlar gevşetilir.

2.1.3. Kasnak Tanımı ve Çeşitleri

Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanlarına kasnak denir.



Resim 2.10: Kasnak bölümleri

Bir kasnağın genel olarak üç ana kısmı bulunmaktadır

- İspit: Kayışın temas ettiği çember kısmına denir.
- Göbek: Kasnağın mile takılmasını sağlayan kısımdır.
- Gövde: İspitle göbeği birleştiren kısımdır.

Yukarıda sayılan kasnağın kısımları Resim 2.10. görülmektedir. Bu kasnakta gövde kısmı kollardan meydana gelmiştir. Bunun nedeni kasnağın ağırlığını azaltmaktır. Küçük çaplı kasnakların gövdeleri dolu olarak imal edilir. Dökme demirden imal edilmiş olan bu kasnağın üzerinde henüz talaşlı imalat işlemi yapılmamıştır. Göbek kısmına merkezden milin geçeceği delik delinip işlenecektir. Ayrıca kayışın oturacağı kanallar da kayış ölçülerine göre işlenecektir.

Kasnakları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

- Düz Kayış Kasnakları

Resim 2.11: Düz kayış kasnağı

Düz kayış kasnakları adından da anlaşılacağı üzere düz kayışlarla kullanılırlar. Kasnağın ispitleri yani kayışın sarıldığı kısım tamamen düz veya hafifçe bombeli olarak imal edilir(Resim 2.11).

- V Kayış Kasnakları

V-kayışı kasnağı, çevresine V-şeklinde, bir veya birkaç kanal açılmış bulunan kasnaktır. V kayış kasnak sistemi I. Dünya Savaşı sonrası gelişen otomotiv teknolojisiyle birlikte halat ve düz kasnaklar geliştirilerek günümüzdeki şeklini almıştır (Resim 2.12).

Resim 2.12: Çoklu V kayış kasnakları

V kayış kasnak sistemi paralel olmayan yanakları ile halat ve düz kasnaklara göre daha çok yük taşımaktadır. V kayış kasnaklarının profil açıları 32–34–36° olarak standartlaştırılmıştır. V kayış kasnağının çapı büyüdükçe kayış ömrü uzar. Kayış ve kasnak kanal açısı ortalama çapa göre değişir. Kasnakların kayışla temas ettiği yüzeylerin düzgün ve pürüzsüz olması gerekir.

- Çoklu V Kasnakları

Çok sayıda ince V kanalı olan kasnaklardır (Resim 2.12). Kayış olarak genellikle kasnaktaki kanal sayısı kadar kanala sahip tek parça kayış kullanılır. Bu kayışın kasnakla temas eden kısmı kanallı diğer tarafı ise düzdür. Bu nedenle her kanala eşit kuvvet

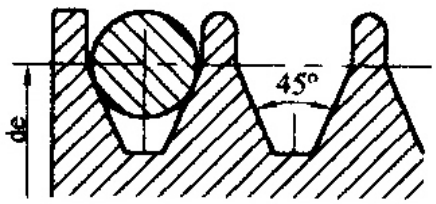
geleceğinden kayıp %2–5 arasındadır. Bu da kayışın ve kasnağın ömrünü uzatır. Bu kasnaklara Poly V kayış kasnağı da denir.

Poly V kasnaklarda kayışın bütün yüzeyi sarması nedeniyle tutunma kuvvetli ve kayma az olur. Poly V kasnaklarda kanal derinliği azdır. Bu nedenle küçük çaplarda imal edilebilmektedirler. Örneğin 50 mm çaplı kamalı mile 75 mm çapında poly V kasnak takılabilir. Küçük güç ve yüksek devirlerde kullanılan tipleri olduğu gibi büyük güç iletebilen (400 KW–1000 dev/dk.) tipleri de mevcuttur.

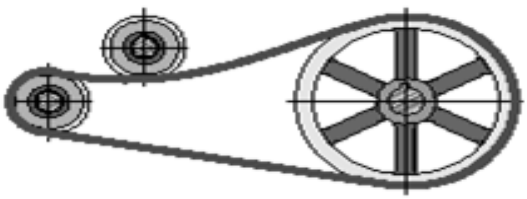
Ancak poly V kasnaklarının bu avantajlarına karşılık işçiliğinin hassas ve önemli olması, genellikle ithal olmalarından ötürü maliyetlerinin yüksekliği bilinen mahsurlu yanlarıdır.

- Halat Kayış Kasnakları

Halat kayış kasnaklarının profilleri yuvarlaktır. Bu kasnaklar büyük çaplı olarak üretilir. Bu yüzden ağır yüklerin iletilmesi ve kaldırılmasında, gemi vinçlerinde, kurtarma araçlarında vb. yerlerde kullanılır. Kasnak üzerine yan yana birçok halat yuvası açılabilir. Halatların çalışması sırasında yuvadan çıkmaması için yuva derinliği halat çapının 1,5 katı olmalıdır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Halat kayış kasnağı



Şekil 2.4: Gergi kasnağı

- Gergi Kasnakları

Kayış kasnak sistemlerinde kayışın gerginliği önemlidir. Yetersiz gergi veya aşırı yüksek gergi kayışın ömrünü ve taşıdığı yükü azaltır. Ayrıca çalışma sırasında sürtünmeden dolayı oluşan ısıdan kayışlar gevşer. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak üzere iki kasnaktan biri ayarlanabilir veya hareketli yapılır. Bazen de iki kasnak arasına bir gergi kasnağı (gergi makarası) takılır. Kayış dıştan gergi makarasıyla gerildiğinde özellikle küçük kasnağın kavrama açısını arttırarak kayışın küçük kaymaları da önlenmiş olur (Şekil 2.4).

- Kademeli Kasnaklar

Küçükten büyüğe doğru birden çok kasnağın sıralanmış şekline kademeli kasnak denir. Kademeli kasnakların düz ve V kayışlı olanları kullanılmaktadır. Bunlar merdivene benzedikleri için merdivenli kasnak veya basamaklı kasnak olarak da anılırlar (Resim 2.13).

Resim 2.13: Kademeli kasnak

Resim 2.14: Yuvarlak kasnak

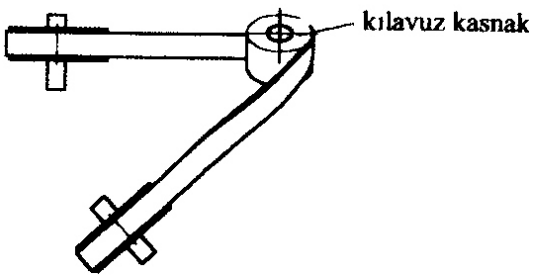
Bu iki kasnağı biri diğerine göre ters çevrilmiş kasnaklar olarak düşünmek gerekir. Birbirine karşılık gelen kasnak çapları her durumda eşittir. Bundan dolayı aynı kayış her pozisyonda kullanılabilir. Yandaki resimdeki motor milinin mi, yoksa döndürdüğü matkap tezgâhının iş milinin mi daha yüksek devir sayısıyla döneceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

- Yuvarlak Kasnaklar

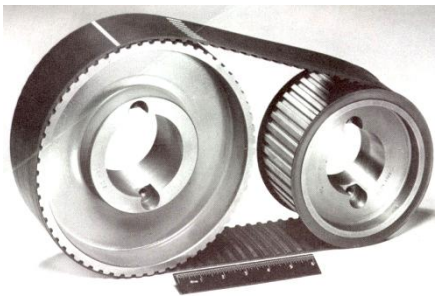
Yuvarlak profilli kasnaklardır. Dikiş makinelerinde, elektronik aletlerde, kasetçalar vb.lerinde küçük kuvvetlerin iletilmesinde kullanılır (Resim 2.14).

- Avare Kasnaklar

Motoru durdurmadan mile giden hareketi kesmeye yarayan yardımcı kasnaklardır. Avare kasnaklar mil üzerinde serbest dönerler. Mil üzerine kamasız takıldıklarından mile hareket aktarmazlar.



Şekil 2.5: Kılavuz kasnak



Resim 2.15: Senkronize kasnak sistemi

- Kılavuz Kasnaklar

Mil eksenleri paralel olmayan kayış kasnak sistemlerinde kayışlara yön veren ve kılavuzluk yapan kasnaklardır. Kılavuz kasnaklar da avare kasnaklar gibi mil üzerinde serbest dönerler.

- Otomatik ve Ayarlanabilir Kasnaklar

Kademeli kasnaklarla kademe sayısı kadar devir sayısı elde edilir. Otomatik ve ayarlanabilir kasnaklarla değişik devir sayıları elde edilir. Bu kasnaklar iki parçalı olarak imal edilirler. Yanda bir ayarlanabilir kasnak sistemi görünmektedir. Ayarlanabilir kasnaklar vidalı veya kamlı sistemlerle iki parçasından biri hareket ettirilerek kasnak çapı değiştirilir. Değişen kasnak çaplarına göre değişik devir sayıları elde edilir.

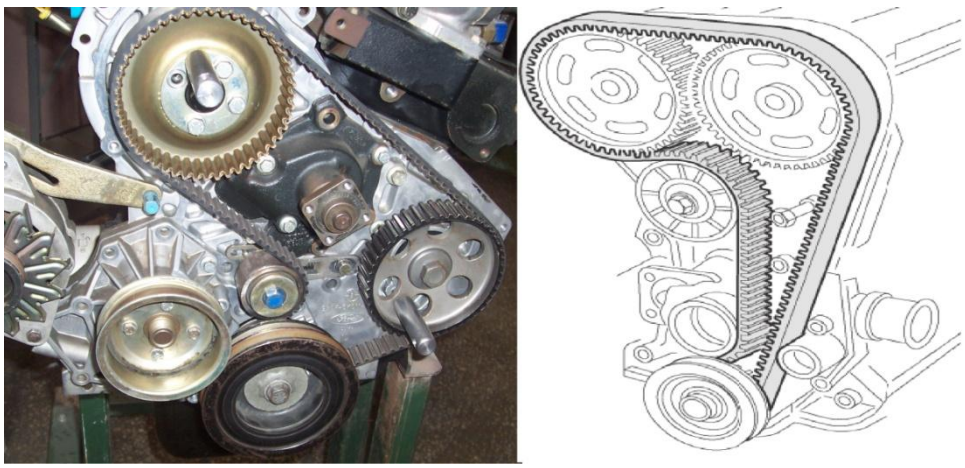
➢ Senkronize Kasnaklar

Senkronize kasnak; çevresine düzgün aralıklarla enine özel profilli dişler sıralanmış kaymasız çalışan kasnaklardır. Resim 2.15'de senkronize kayış kasnak çifti görülmektedir. Senkronize kasnaklar kendileri gibi dişli imal edilmiş olan senkronize kayışlarda kullanılırlar. Senkronize kelimesi eş zamanlı çalışan anlamına gelmektedir. Bu tip sistemlerde kayış kayması meydana gelmediğinden birbiriyle koordineli çalışması gereken durumlarda kullanılır. Döndürme oranları dişli çarklarda olduğu gibi sabittir. İçten yanmalı motorların kam millerine krank milinden alınan hareketin iletilmesinde, CNC tezgâhların iş millerinin AC motorlardan alınan hareketle istenilen açılarda ve hızlarda kontrol edilmesinde ve otomasyon sistemlerinde kullanılmaktadır. Siz de yakınınızda bulunan bir motor tamircisinden yardım isteyerek otomobillerde kullanılan bir senkronize kayış olan ve 'triger' kayışı olarak anılan kayış kasnak sistemini bir motorun üzerinde inceleyebilirsiniz.

2.1.4. Kasnak Kullanılan Yerler

Kasnaklar takım tezgâhlarında, dikiş makinelerinde, tarım aletlerinde, benzinli ve dizel motorlarda, tekstil makinelerinde, vinçlerde, kaldırma ve taşıma makinelerinde kullanılmaktadır.

Motorlu araçlarda ise krank mili, kam mili, gergi tertibatı, alternatör, su pompası ve vantilatör gibi hareket veren ve alan parçalarda kullanılır.(Resim 2.16ve Resim 2.17)



Resim 2.16: Triger kayışı ile hareket iletimi

Resim 2.17: Alternatör kasnağı

2.1.5. Kayış Kasnak Sisteminde, Çap ve Devir Hesabı

Kayışla işletimde kayış, daima kasnaklar üzerinde kayar. Kayışın kasnaklar üzerinde kaymadığını kabul edersek döndüren kasnağın çemberi üzerindeki A_1 noktasının çevresel hızı, döndürülen kasnağın çemberinde alınan A_2 noktasının hızına eşittir ve kayış hızı kadardır(Şekil 2.6).

Şekil 2.6: Kayışın kasnaklar üzerindeki hareket noktaları

Yani: $V_{A1} = V_{A2}$ = Kayış hızıdır.

A_1 noktasının hızı:

$$VA1 = \frac{\pi \times D1 \times n1}{60} \quad \text{.....2.1}$$

$$VA2 = \frac{\pi \times D2 \times n2}{60} \quad \text{.....2.2}$$

Yukarıdaki açıklamaya uygun olarak eşitlik şöyle yazılabilir:

$$\frac{\pi \times D1 \times n1}{60} = \frac{\pi \times D2 \times n2}{60} \quad \text{.....2.3}$$

2.3 numaralı eşitliği sadeleştirdiğimizde;

$$D1 \times n1 = D2 \times n2 \quad \text{.....2.4}$$

bulunur.

➢ Kural-1:

Kayışla işletimde, döndüren kasnağın çapı ile dönme sayısının çarpımı, döndürülen kasnağın çapı ile dönme sayısının çarpımına eşittir.

4 numaralı eşitliği, şöyle de yazabiliriz.

$$\frac{D1}{D2} = \frac{n2}{n1} \quad \text{.....2.5}$$

➢ Kural-2:

Kayışla işletimde, kasnak çapları ile dönme sayıları, ters orantılıdır. 5 numaralı eşitlikte geçen $\frac{D1}{D2}$ oranına, transmisyon oranı ve $\frac{n1}{n2}$ oranına da iletim oranı denir.

➢ Kayış Kayması

Kayışla işletimde döndürülen kasnağın V_{A2} çevre hızı, döndüren kasnağın V_{A1} çevre hızından, daima küçüktür. Nedeni kayış kaymasıdır. Kayış kayması, 0,01……..0,05 arasında olabilirse de, 0,02 'yi geçmemelidir. Çünkü kayış kaymasının büyük olması, kayışın ısınmasına yol açar ve kayışa zarar verir.

5 numaralı eşitlikte, döndürülen kasnağın n_2 dönüş sayısını yalnız bırakalım:

$$n2 = \frac{D1 \times n1}{D2} \quad \text{.....2.6}$$

Döndürülen kasnağın dönme sayısını doğru şekilde bulabilmek için, kayış kayması k dikkate alınmalıdır.

Böylece:

$$n2 = \frac{D1 \times n1}{D2} - \frac{D1 \times n1}{D2} \times k$$

$$n2 = \frac{D1 \times n1}{D2} \times (1 - k) \quad \text{.....2.7}$$

6 numaralı formülde geçen (1-k) değerine, kayışla işletimin verimi (randımanı) denir. Verimi η ile gösterirsek, 8 numaralı formülü elde ederiz.

$$n2 = \frac{D1 \times n1}{D2} \times \eta \quad \text{.....2.8}$$

2.2. Dişli Çarklar

2.2.1. Tanımı

Özel biçimlerde hazırlanmış çıkıntı ile girintileri olan ve bunlar yardımıyla birbirini çalıştıran disk şeklindeki makine elemanlarına dişli çark denir.

Diğer bir tanımla hareket ve güç iletiminde kullanılan üzerinde eşit aralıklı ve özel görünüşlü (profilli) girinti ve çıkıntıları bulunan silindirik veya konik yüzeyli elemanlara "**dişli çark"** denir. Dişli çarklardaki çıkıntılara diş dolusu ve girintilere de diş boşluğu denir.

Dişli çarklar, birbirine çok yakın iki mil arasında ve iletim oranında en ufak değişiklik olmadan hareket ulaştırmaya yarar.

2.2.2. Çeşitleri

Dişli çarklar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- Düz Dişli Çarkları

Biçimi silindir ve dişleri eksen doğrultusunda olan dişli çarklara düz dişli çarklar denir. Düz dişliler en temel dişli çeşididir. Diş profilleri dönme eksenine paraleldir. Endüstride çok yaygın olarak kullanılmaktadır.Otomobillerde geri vites dişlisi genellikle düz dişliden imal edilir.. Düz dişli çarklar genellikle birbirini dıştan çevirir ve dişli çarkların dönme yönleri terstir.

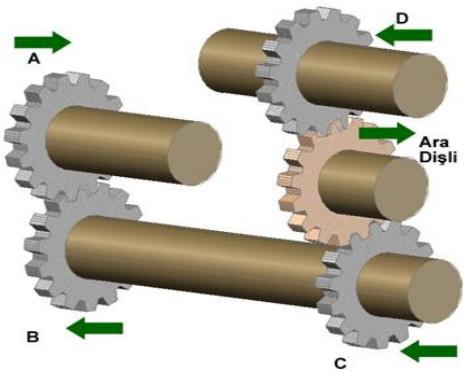
Resim 2.18: Düz dişli çarklar

Düz dişlilerin birbirini içten çevirenleri de vardır. Buna iç dişlide denilmektedir. Birbirini içten çeviren düz dişli çarklarda hareket veren dişli çark küçüktür ve her iki dişli çarkın dönme yönleri aynıdır. İç dişlilerde diş profili dişlinin iç tarafında bulunur. Planet dişli gruplarında iç dişli kullanılmaktadır.

Planet dişliler bir iç dişli, bir merkez dişli ve ikisi arasında çalışan genellikle 3 adet planet adı verilen dişliden oluşan bir dişli grubudur. Hareket iletimini verimli olarak sağlar. Özellikle iş makinelerinin yürüyüş takımlarında, otomatik vites kutularında ve rüzgar jeneratörü, rüzgar türbininde kullanılır.

Resim 2.19: Birbirini içten çeviren düz dişli çarklar (Planet dişliler)

Dişli çarklarda geri hareketin oluşturulması, hareket yönünün değiştirilmesi ile olur. Bunun için dişli mekanizmasında bir ara dişli kullanılarak yön değişimi gerçekleşmiş olur. Şekil2.7:de dişli çarklarda geri hareketin oluşturulması görülmektedir. Burada A dişlisi, B, C ve D dişlilerine hareket vermektedir. A dişlisi saat yönünde dönerken kullanılan "Ara Dişli" sayesinde D dişlisi saat yönünün tersinde dönmektedir. Vites kutularında da geri hareketin oluşturulması için benzer dişli mekanizmaları kullanılmaktadır.



Şekil 2.7: Dişli çarklarda geri hareketin oluşturulması

- Helis Dişli Çarkları

Helis dişli çarklarda dişler, dişli çarkın eksenine göre bir helis çizer konumdadır. Yani; dişlerle , dişli çark ekseni arasında bir açı vardır.

Resim 2.20: Düz ve helis dişli çark

Helis (Eğim) açısı β : Diş doğrultusunun, dişli çark ekseniyle yaptığı açıya b, helis açısı denir.

Helis Adımı (h) : Diş doğrultusunda dişli çark çevresini bir kez döndüğü zaman eksen boyunca alınan doğrusal yola helis adımı denir.

Helis dişliler, sessiz çalışma ve mukavemet açısından düz dişlilerden daha iyi performans gösterirler ve daha yüksek devirlerde çalışabilirler.

Helis dişli çarklar, millerin üç konumunda güç ve hareket iletmek için kullanılabilirler

- Paralel millerde

Resim 2.21: Helis dişli çarkların paralel millerde kullanılması

- Dikey fakat eksen uzantıları birbirini kesmeyen yani; eksenleri aynı düzlemde olmayan millerde

Resim 2.22: Dikey millerde helis dişli çarkların kullanılması

- Aralarında gelişigüzel açı bulunan ve birbirini kesmeyen millerde kullanılır.

Şekil 2. 8: Aralarında gelişigüzel açı bulunan millerde helis dişli çarkların kullanılması

Otomobil vites kutuları genellikle helis dişliden imal edilmektedir.

İki adet zıt yönlü helis dişlinin birleştirilmesi ile çavuş dişliler, adı verilen dişli sistemi oluşturulabilir. Bu tip çavuş dişli çarklar genellikle tek parçadan üretilir ve haddehane gibi büyük güç isteyen uygulamalarda kullanılır.

Resim 2.23: Çavuş dişliler

- Konik Dişli Çarklar

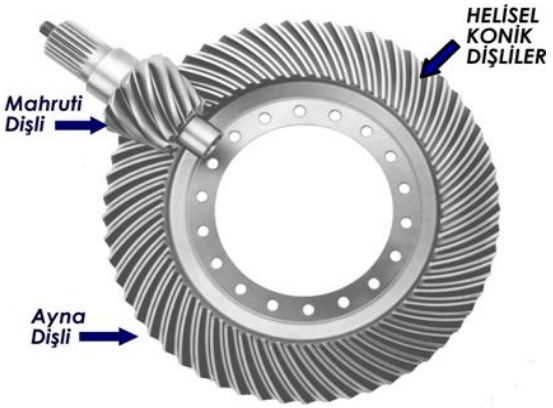
Eksenlerinin uzantıları birbirini kesen miller arasında hareket iletiminde kullanılan ve dişlilerin bulunduğu kesit koni biçiminde olan dişli çarklara, konik dişli çarklar denir. Konik dişliler, dönme ekseninin belli bir açıyla (genellikle 90 derece) iletilmesinde kullanılır.

Resim 2.24: Düz konik dişli çarklar

Resim 2.25: Helis konik dişli çarklar

Konik dişli çarkların diş doğrultuları düz veya eğri biçimindedir. Dişlerin doğrultusu düz olanlara, düz konik dişli çark ve dişlerin doğrultusu eğri olanlara da, helis konik dişli çark denir.

Helis konik dişliye benzeyen fakat onlardan farklı olarak dişli çarkların eksenleri çakışmayan helis dişlilere ise hipoid dişli çarklar denir. Hipoid dişlilerin yerleşimi torkun 90º aktarılmasını sağlar. Hipoid dişliler helis konik dişlilerin dönme hareketini ve yüksek diş basıncını, sonsuz dişlilerin kayma hareketi ile birleştirirler. Motorlu araçların diferansiyel kutularında kullanılan ayna mahruti dişli grubu, hipoid dişlilerdir. Diş profillerinin kavisli yapısından dolayı dayanıklılıkları daha yüksek, gürültü oranları daha düşüktür..



Resim 2.26:: Motorlu araç diferansiyel ayna mahruti dişli grubu (hipoid dişliler)

- Kramayer Dişli Çarklar

Kramayer dişliler dairesel hareketin doğrusal harekete çevrilmesi için kullanılır. Plazma, oksijen kesim makinelerinde, vinçlerde, kayar kapılarda, çeşitli makinelerde kramayer dişliler kullanılmaktadır.

Resim 2.27: Kramayer dişli çarklar

Resim 2.28: Sonsuz vida ve dişli çarkı düzeni

- Sonsuz Vida ve Dişli Çarklar

Sonsuz dişliler nihayetsiz dişli olarak ta adlandırılır. Dönme ekseninin belli bir açıyla (genellikle 90 derece) iletilmesinde kullanılır. Hareket vida dişliden verilir, sonsuz dişliden alınır. Fakat sistem ters taraftan çevrilemez. Bu nedenle asansör gibi güvenlik gereken yerlerde kullanılır. Motor asansörü hareket ettirebilir fakat asansörün ağırlığıyla sistem çalışır.

Sonsuz vida ve dişli çarkı düzeni ayrıca motorlu araçlarda direksiyon sistemlerinde, caraskal, krikolar da ve vinçlerde kullanılır.

- Zincir Dişli Çarkları

Zincir dişliler birbirine paralel fakat mesafesi uzak iki eksen arası hareket iletimini sağlar.

Resim 2.29: Zincir dişli çarkları

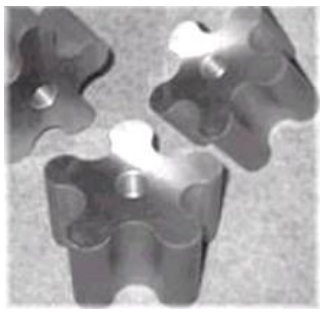
Zincir dişliler, millerin birbirine yakın olmadığı yerlerde, zincir vasıtası ile dairesel kuvvet ve hareket ileten dişlilerdir. Bu dişli sisteminde, hareket iletiminde kayma olmaz. Özellikle güvenli ve uzun ömürlü olmaları sebebiyle, endüstrinin birçok dalında tercih edilirler. Motorlu taşıtlarda, tarım makinelerinde, tekstil sanayisinde, kaldırma ve taşıma araçlarında kullanılırlar.

Resim 2.30: Zincir dişlilerin kullanıldığı çeşitli yerler

➢ Triger Dişli

Triger dişliler, zamanlamanın önemli olduğu, uzun ömürlü, sessiz ve yağsız çalışma gereken ortamlarda kullanılır. Triger kayış aracılığıyla hareket iletimi sağlanır. Tıbbi cihazlarda, gıda makinelerinde ve taşıt araçlarının motorlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı araçların triger sisteminde kullanılmaktadır

Resim 2.31: Triger dişli çarkları



Resim 2.32: Pompa dişli çarkları

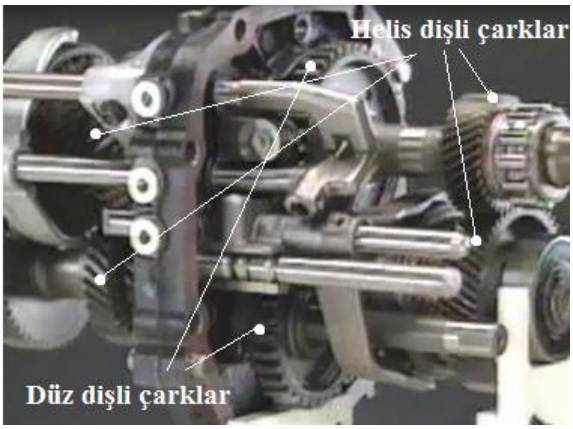
➢ Pompa Dişlisi

Pompa dişlileri, hareket aktarımı yapmak yerine sıvıların pompalanması görevini görürler. Özellikle hidrolik yağ pompalarında, asfalt ve mazot pompalarında kullanılır.

2.2.3. Kullanıldığı Yerler

Düz dişli çarklar genellikle eksenleri birbirine paralel hareket ve güç iletiminde kullanılır. Eksenler arası mesafenin fazla hassas olmadığı durumlarda rahatlıkla kullanılabilir. Naklettikleri güç, modül ve gereç cinsine göre değişir. Hız değiştirmek için eksenel kayma ile birbirini kavrayabildiğinden çok, eksenel kuvvet olmadığından yataklanma bakımından daha basit bir yapı (konstrüksiyon) kullanılabilir. Bu dişlilerde çevre hızı 2,5-30 m/sn. arasında (gereç cinsine göre) alınabilir.

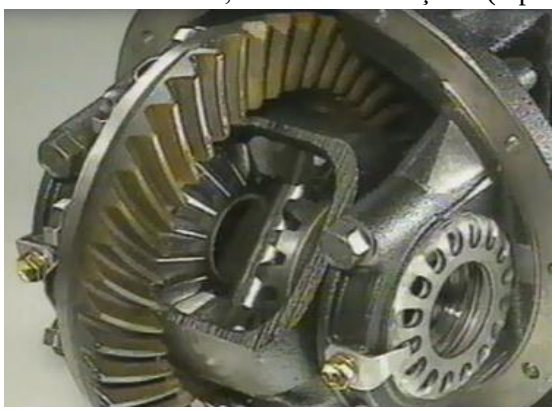
Resim 2.33: Motorlu araçlarda zaman ayar sisteminde kullanılan dişli çarklar



Resim 2.34: Vites kutusu

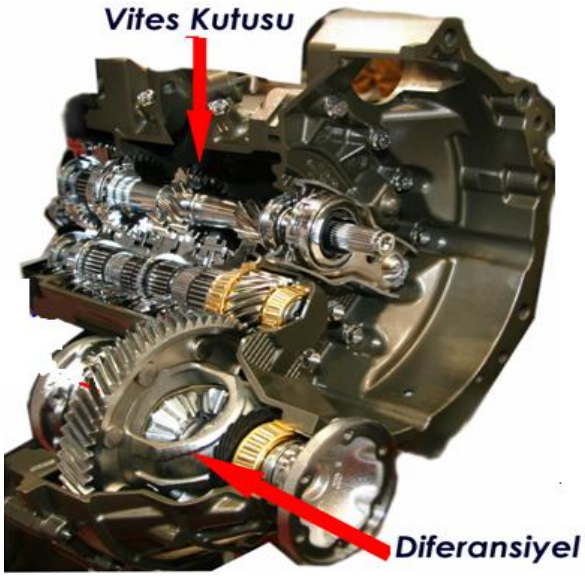
Helis dişli çarklar dönme eksenlerinin paralel, dik veya açılı olduğu millerde ve büyük kuvvetlerin yüksek devirde iletilmesinde kullanılır. Resim 2.34'te vites kutusunda kullanılan helis dişli çarklar görülmektedir.

Konik dişli çarklar ise genellikle kuvvet ve hız aktarmalarının eksenleri, kesişen miller aracılığı ile yapılan sistemlerde kullanılır. Oldukça büyük kuvvetlerin taşınmasında kuvvet makinelerinin ve taşıtların dişli kutularında çok kullanılır. Aşağıda diferansiyel kutularında kullanılan düz konik, helisel konik dişliler (hipoid) görülmektedir (Resim 2.35).



Resim 2.35: Diferansiyel dişli kutusu

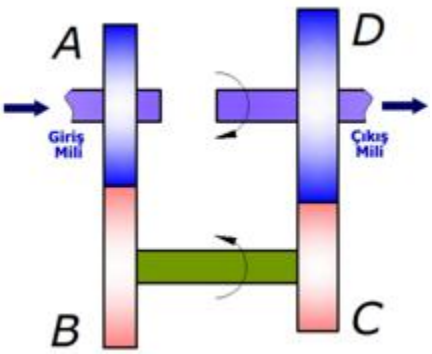
Resim 2.36: Yağ pompası dişlisi



Resim 2.37: Önden çekişli taşıtlarda kullanılan vites ve diferansiyel dişli kutusu

2.2.4. Dişli Çark Hesapları

Araçların vites kutularında Şekil 2.9'da görüldüğü gibi iki çift dişli grubu bir arada çalışmaktadır ve dolayısıyla vites kutusu giriş ve çıkışındaki hareket yönleri aynıdır. Dişli oranları hareket alan dişlinin diş sayısının, hareket veren dişlinin diş sayısına oranlanması sonucu bulunur.



Şekil 2.9: Vites konumunda dişli grubu

Şekil 2.9'da verilen iki çift dişli grubunun dişli oranları; diş sayılarının birbirine oranlanmasıyla bulunmuştur. Buna göre;

$$r = \frac{Z_B}{Z_A} x \frac{Z_D}{Z_C} \qquad (2.1)$$

olur. Burada r = Dişli oranı

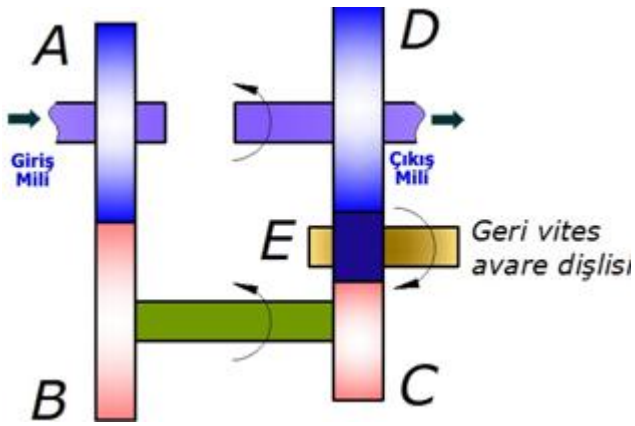
Z_A = A dişlisinin Diş Sayısı

Z_B = B dişlisinin Diş Sayısı

Z_C = C dişlisinin Diş Sayısı

Z_D = D dişlisinin Diş Sayısı

Şekil 2.10'de ise geri vites dişlisiyle birlikte kavraşmış halde bulunan iki çift dişli grubu görülmektedir.



Şekil 2.10: Dişli grubu (Geri vites)

Buradaki dişli oranı aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$r_{geri} = \frac{Z_B}{Z_A} \, x \, \frac{Z_E}{Z_C} \, x \, \frac{Z_D}{Z_E} \qquad (2.2)$$

r_{geri} = Geri vites dişli oranı

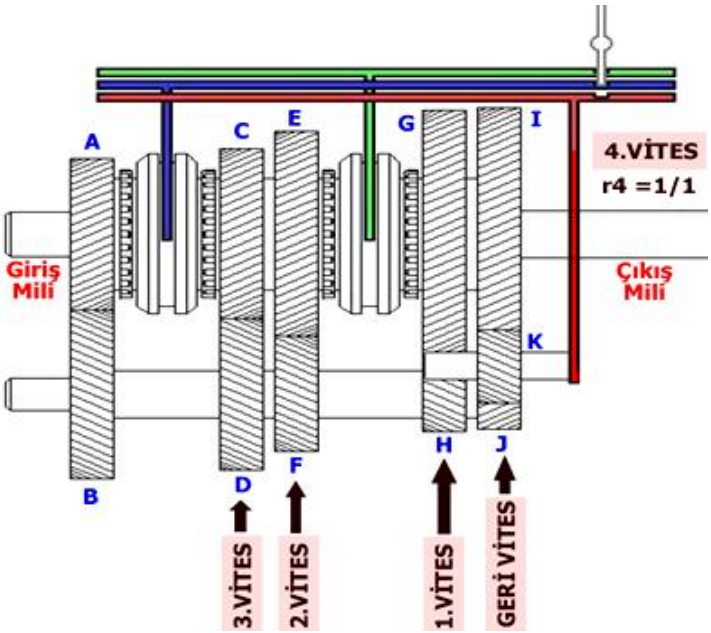
Z_A = A dişlisinin Diş Sayısı

Z_B = B dişlisinin Diş Sayısı

Z_C = C dişlisinin Diş Sayısı

Z_D = D dişlisinin Diş Sayısı

Z_E = E dişlisinin Diş Sayısı



Şekil 2.11: Örnek bir vites kutusunda vites kademeleri

Şekil 2.11'de verilen vites kutusu 4 ileri 1 geri vites konumlarına sahiptir. Bu vites kutusuna ait dişli oranları vites durumlarına göre şu şekildedir:

1. Vites : $r_1 = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_G}{Z_H}$

2. Vites : $r_2 = \frac{Z_B}{Z_A} \, x \, \frac{Z_E}{Z_F}$

3. Vites : $r_3 = \frac{Z_B}{Z_A} \, x \, \frac{Z_C}{Z_D}$

4. Vites : $r_4 = 1$

Geri vites : $r_{geri} = \frac{Z_B}{Z_A} \, x \, \frac{Z_K}{Z_J} \, x \, \frac{Z_I}{Z_K}$

2.2.5.Dişli Oranlarına ve Vites Durumlarına Göre Devir ve Moment Hesapları

Motordan alınan hareketin tekerleklere iletilmesinde, yol ve yük şartlarının etkisi ile farklı moment ve hız kademelerinin varlığına ihtiyaç vardır. Bu değişimi vites kutusu sağlamaktadır.

Motor devrindeki değişmeye paralel olarak bir vites kutusunun sonsuz sayıda dişli oranına sahip olması istenir. Fakat standart vites kutusunda elde edilebilen dişli oranları sınırlıdır. Çünkü vites kademe sayısı arttıkça vites kutusundaki parça sayısı da artar, bu ise vites kutusunun daha büyük hacimli olmasını ve daha fazla parçadan oluşmasını gerektirir.

Vites kutularının hız oranları taşıt motor karakteristiklerine ve kullanılma yerine göre değişir. Vites kutularında birbirini takip eden hızlar arasındaki oran ne kadar küçük olursa vites değiştirme işlemi de o kadar kolay olur. Bir vites kutusunda birbirini takip eden hızlar arasındaki oranlar eşit olursa, diğer bir deyişle hız oranları bir geometrik dizi oluştururs a vites değiştirme işlemlerinde kolaylık sağlanmış olur.

Taşıt durur halden en yüksek vites durumunda maksimum hıza ulaşıncaya kadar vites sayısı oranında dişli oranı değişimi gereklidir.

Vites kutusunda, vites kademelerine göre çoğu zaman moment artışı veya devir (hız) düşmesi vardır. Buna göre herhangi bir vites konumu için dişli oranlarına bağlı olarak devir ve moment kavramları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanabilir.

Vites kutusu dişli oranına bağlı olarak vites kutusu çıkış devri, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$n_ç = \frac{n_m}{r_v} \qquad (2.3)$$

Burada; $n_ç$ = Vites kutusu çıkış devri, (dev/dak)
n_m = Motor devri, (dev/dak)
r_v = Vites kutusu dişli oranı

Vites kutusu çıkışından alınan moment ise;

$$M_ç = M_m \cdot r_v \cdot \eta_o \qquad (2.4)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Burada;

$M_ç$ = Vites kutusu çıkış momenti, (Nm)

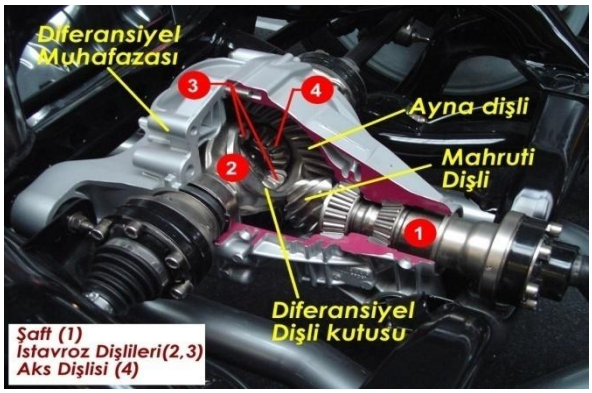
M_m = Motor momenti, (Nm)

η_0 = Transmisyon verimi

Buradaki transmisyon verimi taşıt tiplerine göre değişebilir. Tablo 2.4'de çeşitli taşıt gruplarının transmisyon verimleri görülmektedir.

Taşıt Cinsi	**İleri vites**	**Geri vites**
Yarış Otomobilleri	0,9 – 0,95	0,8 – 0,85
Binek Otomobilleri	0,9 – 0,92	0,8 – 0,82
Kamyon, Otobüs	0,82 – 0,85	0,75 – 0,78
Arazi Taşıtları	0,8 – 0,85	0,73 – 0,76

Tablo 2.4: Transmisyon verimleri



Resim 2.38: Diferansiyelin kesiti ve parçaları

➢ Diferansiyelin Dişlilerinin Oranlarını Hesaplanması

Motorun maksimum momenti, maksimum verimle verdiği belirli devirleri vardır. Motorun bu devirlerin üzerine çalıştırması zararlıdır. Motorla uyum içinde bulunan bir vites kutusu aracılığı ile sürücü aracı motorun uygun devirlerinde değişik hızlarla sürebilir. Hâlbuki vites kutusunun üzerindeki en düşük vites olan birinci vitesle aracın yerinden kaldırılması zordur. Diğer taraftan direkt hareket vitesinde motor momentinin üstünde bir moment artışı söz konusu değildir. Bu nedenle arka köprüde diğer bir ifade ile arka akslarda bir miktar moment artışına imkân verecek redüksiyona gerek vardır. Ayna pinyon arasındaki hareket iletme oranı ihtiyaç duyulan moment artışı gerçekleştirir. Ayna pinyon arasındaki bu hareket oranları vites kutusu çıkışından alınan momentin 3-4,5 kat artmasına imkân verir.

Bu oranlara nihai redüksiyon oranı da denmektedir ve bu oranın tam sayı olmasından kaçınılır. Çünkü tam sayı olması durumunda karşılıklı çalışan dişlilerin ani aşınması önlenmiş olur. Bu oran şu şekilde hesaplanır.

$$redüksiyonOranı = \frac{AynaDislininDisSayisi}{PinyonDislininDisSayısı}$$

- Dişli Oranlarına Göre Devir ve Moment Hesaplanması

Çıkış milin torku ve hızı diferansiyel dişlilerine aktarılırken redüksiyon oranına bağlı olarak hızı düşer ve torku artar. Motorun güç çıktısı aşağıda gösterildiği gibi sınırlandığından;

$$PS = k \times n \times T \qquad Güç = Sabit \times Devir \times Tork$$

k sabit bir sayı olduğundan çıkış mili çıktısı ile arka tekerlerin çıktısı arasındaki ilişki aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$T\ (Arka\ tekerleklerin\ devri) = Çıkış\ mili\ devri \times t$$

Aracın yüksek hızlarda kullanılması redüksiyon oranının küçük değerlerinde olur. Böylece tahrik için gereken tork azalır.

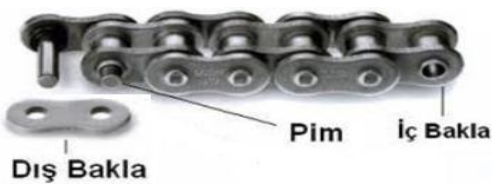
Nihai redüksiyon oranı aracın motor gücü, araç ağırlığı, hızlanma performansı, tırmanabilme kapasitesi gibi özellikler dikkate alınarak belirlenir. Normal olarak redüksiyon oranı, yüksek hız için tasarlanan binek araçlarda 3 ile 5 arasında, büyük yük taşımak için tasarlanan araçlarda 5 ile 8 arasında alınır.

Vites kutusu dişli oranı ile nihai dişlilerin redüksiyon oranının çarpılmasıyla toplam redüksiyon oranı bulunur.

$$R_T = R_G \times R_F$$

2.3. Zincirler

Zincirler çok sayıda özdeş parçaların oynak şekilde birleştirilmeleri sonucunda elde edilir. Basit bir zinciri oluşturan temel elemanlar aşağıda görülmektedir



Resim 2.39: Zincir kısımları

2.3.1. Tanımı

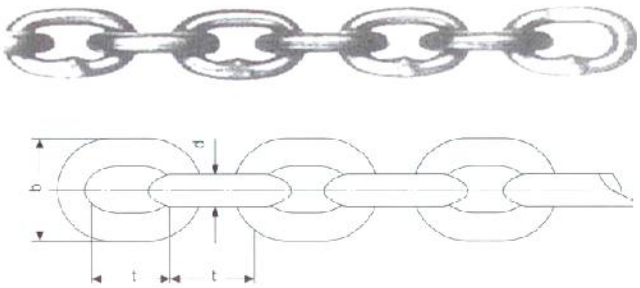
Zincirler, yük taşımak, bağlama, güç ve hareket iletmek gibi amaçlarla kullanılan çok sayıda özdeş parçanın birleştirilmesi ile elde edilen makine elemanlarıdır.

2.3.2. Çeşitleri

Zincirler kullanıldıkları yer ile kullanılma acına göre, yük zincirleri ve transmisyon zincirleri olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

- Yük Zincirleri

Yük zincirleri halkalı zincirlerdir. Kısa , uzun ,halkalı ve destekli zincirler olarak çeşitleri vardır.



Şekil 2.12 Yük zincirleri

Kısa halkalı zincirler, vinçlerde, caraskallarda, gemi çapalarında vb. yerlerde kullanılır. Uzun halkalı zincirler ise elevatör , tarım makineleri vb. yerlerde kullanılır.

- Transmisyon Zincirleri

Özel dişli çarkları yardımı ile iletim oranında en ufak değişiklik olmaksızın, aralıklı iki mil arasında güç ve hareket ileten zincirlere transmisyon zincirleri denir.

Zincirler standart parçalardır ve piyasadan hazır olarak alınır.

Resim 2.40: Hareket ve güç iletiminde kullanılan zincir örnekleri

- Standart Pim Delikli Zincirler

Hafif zincirlerdir ve küçük güçlerin iletimine elverişlidir.

Bu tip zincirlerin tek sıra, iki sıra ve üç sıra makaralı zincirler olmak üzere farklı yapıda çeşitleri vardır.

Resim 2.41 Standart pim delikli zincirler

- Fleyer Zincirler

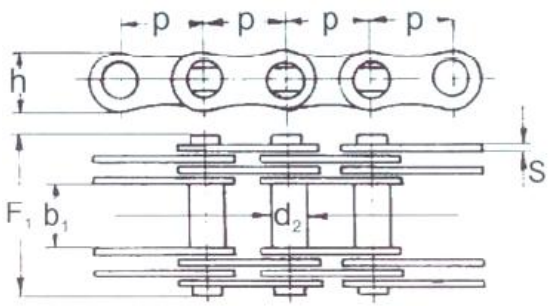
Pim delikli zincire benzer yapıya sahiptir. Fakat delikler yerine pimler kullanılmıştır ve pim delikli zincire nazaran daha ağır ve dayanıklıdır.

Zincir iç baklalar ile dış baklaların pimlerle oynak olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

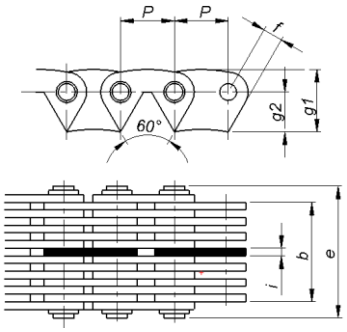
Resim 2.42: Fleyer zincirler

Zinciri oluşturan gruplar bir sıra halinde ise tek sıra zincir denir. Taşıyacağı güce göre iki ve üç sıralıda olabilir. Kullanılacak şartlara uygun olarak bakla sayısı tercihi yapılabilir. Zincirlerin yağsız kalmamaları gerekir.

- Gall Zincirleri



Şekil 1.13: Gall Zincirleri



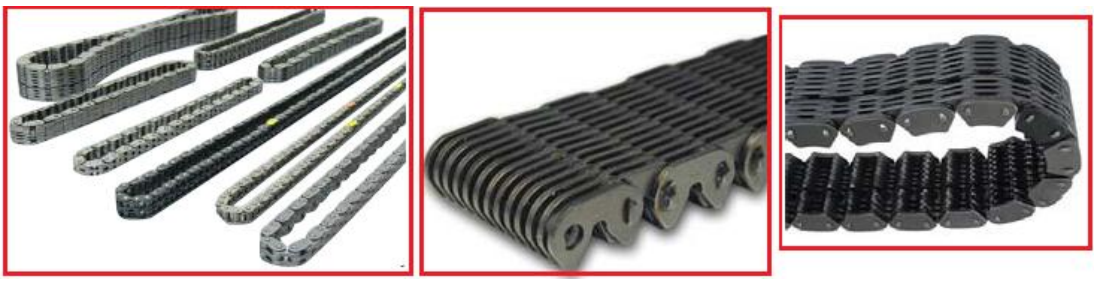
Şekil 2.14: Eklemli (sessiz) zincir kesiti

Zincir iç baklalarını, dış baklalarla perno kullanarak oynak şekilde birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Gall zincirinde zorlamayı iki bakla taşır ve bu zincire tek bakla gall zinciri denir.

- Sessiz (Eklemli) Zincirler

Bu zincirler sessiz çalıştıklarından bu ad verilmiştir. Bunlara dişli zincirlerde denir. Sessiz zincir, ikişer tırnağı olan çelik baklaların, yan yana ve hareketli olarak birleştirilmesi ile oluşur.

Çalışma sırasında karşılaştığımız güçlüğe göre dişli baklalarının sayısı değişir.



Resim 2.43: Eklemli (sessiz) zincirler

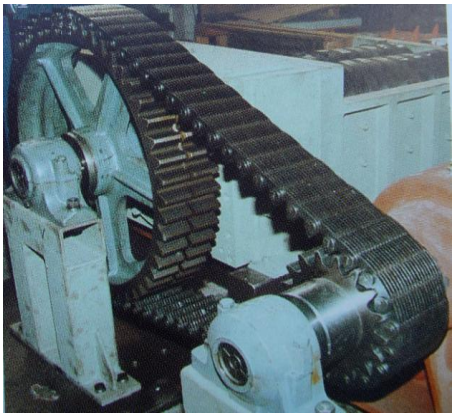
Resim 2.44: Eklemli (sessiz) zincirin kullanıldığı yer örneği

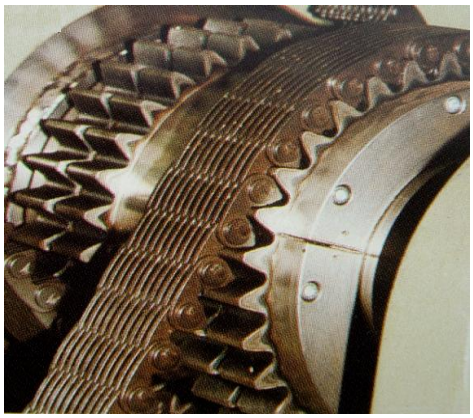
- Ziraat Zincirleri

Ziraat ekipmanlarda güç ve hareket iletiminde kullanılan farklı yapılardaki zincirlerdir.

Resim 2.45: Ziraat zincirleri

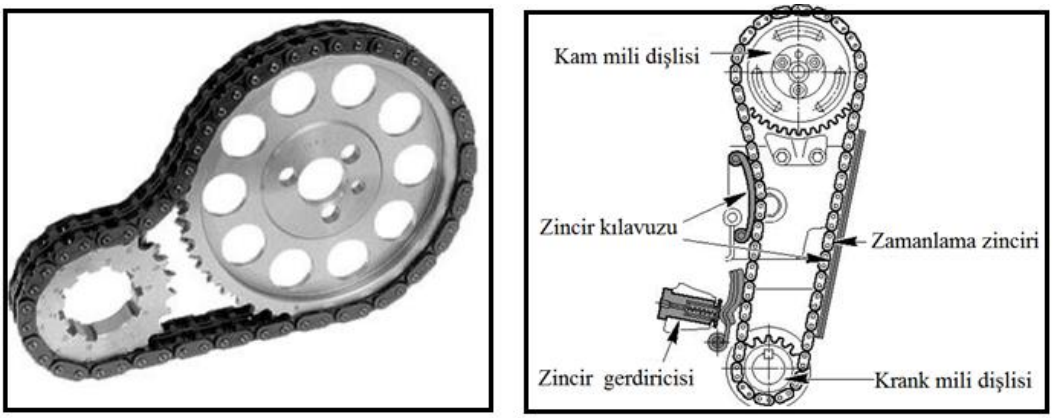
2.3.3. Kullanıldığı Yerler





Resim 2.46: Dişli zincir dişlilerin kullanıldığı muhtelif yerler

Resim 2.47: Bisiklette kullanılan zincir ve blok zincir dişli çarklar



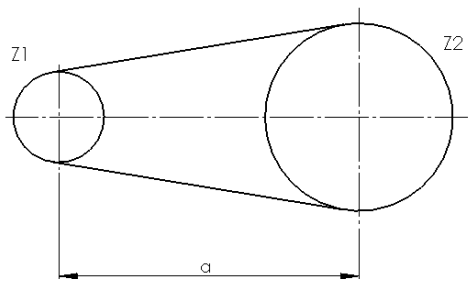
Resim 2.48: Zaman ayar sistemi zincirli olan motorda kullanılan zincirler

Bazı tip motorların hareket iletim sisteminde tekli veya çoklu zincirler kullanılır. Zincir, bir hidrolik zincir gerginleştiricisi tarafından gerilir. Bu gerginleştiricide motorun yağ basıncıyla kontrol edilir. Buna ilave olarak zincir, zincir titreşimini ve gürültüsünü azaltmak için zincir kılavuzları üzerinde hareket ettirilir.

- Bakla Sayısına Göre Zincir Boyunun Hesaplanması

Zincir hesabında eksenler arası mesafe önemli yer tutar. Zincir çok uzun ise bir defa, dolanıncaya kadar küçük çarkı birçok defa, zincir kısa ise küçük çarkı ancak bir defa çevirir. Bu ise aşınmayla ilgili olarak çalışma şartlarını etkilemektedir.

Zincir boyunu ve eksen mesafesini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.



Şekil 2.15:Zincirle hareket biletim mekanizması

$$X = 2.\frac{a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2 . \frac{p}{a}$$

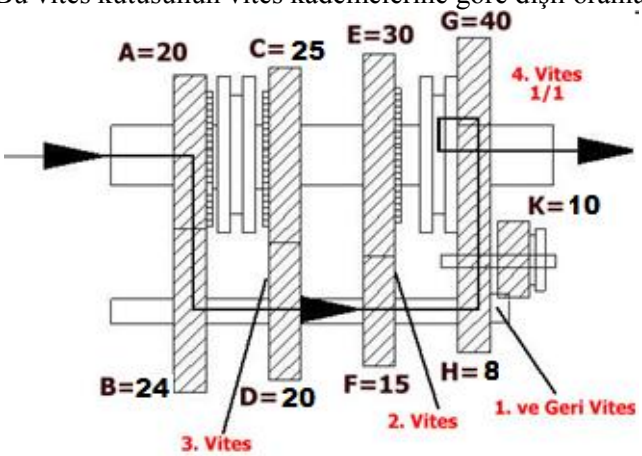
X = Zincir mafsal (bakla) sayısı
p = Zincir (diş) adımı
a = Eksenler arası mesafe
z_1 = Küçük dişli diş sayısı
z_2 = Büyük dişli diş sayısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Kayış, kasnak, dişli çarklar ve zincirlerin hesaplarını yapınız.

Uygulama-1:

Problem 1 **:** Şekil 2.16'de 4 ileri 1 geri vites konumlarına sahip mekanik vites kutusu verilmiştir. Bu vites kutusunun vites kademelerine göre dişli oranlarını hesaplayınız.



Şekil 2.16: Uygulamanın şematik hali

Tavsiyeler **:** Önce veriler başlığı altında soruda verilen tüm boyutları birimleriyle birlikte yazın. Sorularda verilmeyen bazı değerleri ve gereken birim dönüştürmelerini modül kitabında verilen ilgili tablolardan, birim çevirme çarpanlarından ve fiziksel sabitlerden çekip kullanarak yapınız. Daha sonra mantıksal bir çözüm sırası takip ederek problem çözümüne geçiniz. Problem çözümlerinde birimlerin doğru kullanılmasına özel bir önem verilmelidir. Çıkan sonucun biriminin doğru olup olmadığını ispat için mutlaka birim analizi yapılmalıdır. Sayısal işlem kolaylığı için mutlaka hesap makinesi kullanınız.

Veriler **:**

$Z_A = 20$ $Z_B = 24$ $Z_C = 25$ $Z_D = 20$

$Z_E = 30$ $Z_F = 15$ $Z_G = 40$ $Z_H = 8$

$Z_K = 10$

$r_1 = ?$ $r_2 = ?$ $r_3 = ?$ $r_4 = ?$ $r_{GERİ} = ?$

1. Vites konumu için; $r_1 = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_G}{Z_H} = \frac{24}{20} \text{ x } \frac{40}{8} = 6$

2. Vites konumu için; $r_2 = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_E}{Z_F} = \frac{24}{20} \text{ x } \frac{30}{15} = 2{,}4$

3. Vites konumu için; $r_3 = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_C}{Z_D} = \frac{24}{20} \text{ x } \frac{25}{20} = 1{,}5$

4. Vites konumu için; $r_4 = 1$

Geri vites konumu için; $r_{geri} = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_K}{Z_H} \text{ x } \frac{Z_G}{Z_K} = \frac{24}{20} \text{ x } \frac{10}{8} \text{ x } \frac{40}{10} = 6$

Uygulama-2:

Binek bir otomobilin motoru 1800 dev/dk.da 100 Nm'lik moment oluşturmaktadır. Birinci vites konumunda dişli oranı 3'tür. Vites kutusu çıkış devrini ve momentini hesaplayınız.

Veriler :

n_m = 1800 d/d

r_v = 3/1

M_m = 100 Nm

η_0 = 0,92 (Binek otomobil)

$n_ç$ = ?

$M_ç$ = ?

Çözüm :

Vites kutusu çıkış devri;

$$n_ç = \frac{n_m}{r_v} = \frac{1800}{3} = 600\ d/d \text{ olur.}$$

Vites kutusu çıkış momenti;

$$M_ç = M_m \cdot r_v \cdot \eta_o = 100 \cdot 3 \cdot 0{,}92 = 276\ Nm \text{ olur.}$$

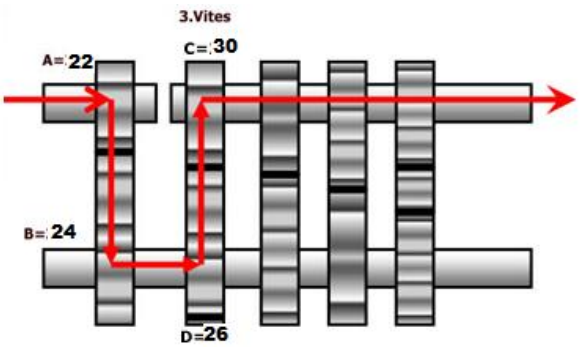
Uygulama-3:

Şekil 2.17'de 4 ileri 1 geri vites kademelerine sahip arazi taşıtında kullanılan bir vites kutusu verilmiştir. 3.vites konumunda iken motor devri 2250 dev/dk.da 140 Nm'lik bir moment vermektedir. Buna göre;

a) 3.vites kademesindeki dişli oranlarını hesaplayınız?

b) 3.vites kademesinde iken vites kutusu çıkış devrini hesaplayınız?

c) 3.vites kademesinde iken vites kutusu çıkış momentini hesaplayınız?



Şekil 2.17: Vites kutusu 3.vites konumu

Veriler :

$Z_A = 22$ $Z_B = 24$ $Z_C = 30$ $Z_D = 24$

$n_m = 2250$ d/d $M_m = 140$ Nm $\eta_0 = 0{,}85$ (Arazi taşıtı)

a) r_v=?

b) $n_ç$=?

c) $M_ç$=?

a) 3.vites konumundaki dişli oranı;

$$r_v = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ x } \frac{Z_C}{Z_D} = \frac{24}{22} \text{ x } \frac{30}{24} = 1{,}36 \quad \text{olur.}$$

b) 3.vites konumundaki vites kutusu çıkış devri;

$$n_{ç} = \frac{n_m}{r_v} = \frac{2250}{1,36} = 1654 \text{ d/d} \quad \text{olur.}$$

c) 3.vites konumundaki vites kutusu çıkış momenti;

$$M_{ç} = M_m \cdot r_v \cdot \eta_o = 140 \cdot 1,36 \cdot 0,85 = 161,84 \text{ Nm} \quad \text{olur.}$$

Uygulama-4:

Eksenler arası a=360 mm, z_1 = 22 ve z_2 = 64 adımı p=12,7 mm olarak verilen dişli çark sisteminde zincir uzunluğunu bakla sayısı cinsinden hesaplayınız. Zincirlerde bakla sayıları daima çift alınmalıdır. Nedeni ise boyunlu baklanın kullanılmaması içindir. Boyunlu bakla zincir gücünü %20 zayıflatmaktadır.

$$X = 2.\frac{a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2 . \frac{p}{a}$$

$$X = 2.\frac{360}{12,7} + \frac{22+64}{2} + \left(\frac{64-22}{2.3,14}\right)^2 . \frac{12,7}{360} = 56,69 + 43 + 1,58 = 101,27 \cong 102 \text{ adet}$$

Uygulama -5:

Bir traktörün kuyruk mili tarafından kayış kasnak mekanizması ile bir su pompası çalıştırılmak isteniyor. Traktörün kuyruk miline 10 cm çapında kasnak bağlı ve 1200 dev/dk.da dönmektedir. Su pompası imalatçısı tarafından tavsiye edilen devir ise 1450 dev/dk. olduğuna göre su pompasına takılacak kasnağın çapı kaç cm olmalıdır?

Verilenler :

D1= 10 cm
n1= 1200 dev/dak
n2= 1450 dev/dak
D2= ?

Çözüm:

$$\frac{D1}{D2} = \frac{n2}{n1}$$

$$\frac{10}{D2} = \frac{1450}{1200}$$

$$D2 = \frac{10 \times 1200}{1450}$$

D2= 8,27 cm

D2~ 8,3 cm

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kayışlardan aranan özelliklerden birisi değildir?

A) Bükülme özelliği ve yüksek bir çekme dayanımı
B) Uygun bir ömür ve yorulma dayanımı
C) Düşük maliyet
D) İyi yağlanma özelliği

2. Özellikle zaman ayar kayışlarında kayışların da tercih edilen, güç iletiminde düzgün yük dağılımını sağlayacak şekilde çok düşük toleranslarda üretilen ve yüksek torklarda, birçok çeşit ürünün konumlanması ve taşınması için uygun olan kayışlar hangisidir?

A) Balata kayışlar
B) Lâstik kayışlar
C) Poliüretan çelik telli kayışlar
D) Çelik kayışlar

3. Aşağıdakilerden hangisi V kayış çeşitlerinden birisi değildir?

A) Sonsuz geniş V kayışları
B) Taraklı V kayışları
C) Yuvarlak V kayışlar
D) Klasik (normal) V kayışları

4. Aşağıdakilerden hangisi kasnağın kısımlarından birisi değildir?

A) Burç
B) Gövde
C) Göbek
D) İspit

5. Motoru durdurmadan mile giden hareketi kesmeye yarayan yardımcı kasnaklara ne ad verilir?

A) Avara kasnaklar
B) Kılavuz kasnaklar
C) Senkronize kasnaklar
D) Gergi kasnakları

6. Aşağıdaki sistemlerin hangisinde iç dişliler kullanılır?

A) Diferansiyel dişli kutusu
B) Planet dişli sistemi
C) Vites kutusu
D) Yağ pompası

7. Motorlu araçların vites kutusu (şanzıman) hangi dişlilerden imal edilmiştir?

A) Düz dişliler
B) Kramayer dişliler
C) Helis dişliler
D) Sonsuz vida ve dişli

8. Motorlu araçların direksiyon sisteminde özel olarak hangi dişli tipi kullanılır?

A) Düz dişliler
B) Kramayer dişliler
C) Helis dişliler
D) Sonsuz vida ve dişli

9. Motorlu araçların diferansiyelinde hangi tip dişliler kullanılır?

A) Düz dişliler
B) Kramayer dişliler
C) Hipoid dişliler
D) Sonsuz vida ve dişli

10. Dairesel hareketin doğrusal harekete çevrilmesi için kullanılan dişli çeşidi hangisidir?

A) Düz dişliler
B) Kramayer dişliler
C) Hipoid dişliler
D) Sonsuz vida ve dişli

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Kavramaların hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Mekanik vites kutulu motorlu araçlarda kullanılan kavrama sistemlerini araştırınız.
- Otomatik vites kutulu motorlu araçlarda kullanılan kavrama sistemlerini araştırınız.

3. KAVRAMALAR

Kavramalar döner hâldeki bir parçanın hareketini aynı eksen üzerinde bulunan diğer bir parçaya iletmek veya iletilmekte olan bu hareketi istendiği zaman durdurmak amacıyla kullanılan tertibatlardır.

3.1. Tanımı

Aynı eksendeki bir milden diğer bir mile güç ve hareket iletimi sağlamak gerektiğinden bu hareketi durdurmak için kullanılan düzeneklere kavrama denir.

Tanımdan anlaşılacağı üzere kavramalar bir milden diğerine güç ve hareket iletmek veya istenildiği zaman iletimi önlemek için kullanılır.

Örneğin, motorlu araçlarda kullanılan kavramalar krank mili ekseninde olmak üzere motorla vites kutusu arasına bağlanmış olup motordan vites kutusuna hareket iletimini sağlar ve istendiği zaman motor çalışmasına devam ederken hareket iletimini durdurur.

3.2. Çeşitleri ve Kullanıldıkları Yerler

Kavramaların çeşitlerini şu şekilde sıralanmaktadır.

3.2.1. Sıkı Kavramalar

Sıkı kavramalar hareket veren mil, hareket alan mile sürekli olarak bağlıdır. Dolayısı ile hareket veren mil döndüğü müddetçe hareket alan mil de döner.

Sıkı kavramaların çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Kovanlı kavramalar
- Çanaklı kavramalar
- Flanşlı kavramalar
- Sellers kavramalar
- Alın kavramaları

3.2.2. Hareketli Kavramalar

Hareketli kavramalarla miller, gerektiği zaman birleştirilir ve hareket alan mil döner. Başka bir durumu ile hareket veren mil döndüğü halde kavramadaki bir düzen ile kavrama parçaları birbirinden ayrılmış ise hareket, hareket alan mile geçmez.

Hareketli kavramaların çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Genleşmeli kavramalar
- Oldham kavraması
- Kardan kavramalar
- Mafsallı kavramalar

3.2.3. Esnek Kavramalar

Esnek kavramalar eksenel ve radyal doğrultudaki kaymaları, miller arasındaki az açıları ve vuruntuları, zararsız duruma getirir.

Esnek kavramaların çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Elastik bilezikli kavrama
- Elastik yaylı kavramalar

3.2.4. Çözülebilen Kavramalar

Şimdiye kadar anlatılan kavramalarda döndüren mil ile döndürülen mil kavramanın diğer yardımcı parçaları tarafından birleştirilmiş durumda idi. Çözülebilen kavramalar gerektiği zaman kavramanın döndürülen kısmının, döndüren kısmından ayrılabilir. Böylece kavramanın döndüren kısmı çalıştığı halde döndürülen kısmı hareket almadığı için çalışmaz.

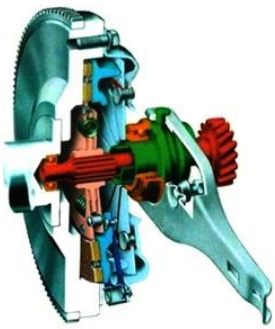
3.2.4.1. Tırnaklı Kavramalar

Tırnaklı kavramalar tek yönlü çalışabilir. Kavrayıcı parçaların birbirinden ayrılması hareketli mil dönerken değil de dururken olmalıdır.

Resim 3.1: Tırnaklı kavrama

3.2.4.2. Sürtünmeli Kavramalar

Motorlu araçlarda kullanılan kavramalar krank mili ekseninde olmak üzere motorla vites kutusu arasına bağlanmış olup, motordan vites kutusuna hareket iletimini sağlar ve istendiği zaman, motor çalışmasına devam ettiği halde bu hareket iletimini durdurur.

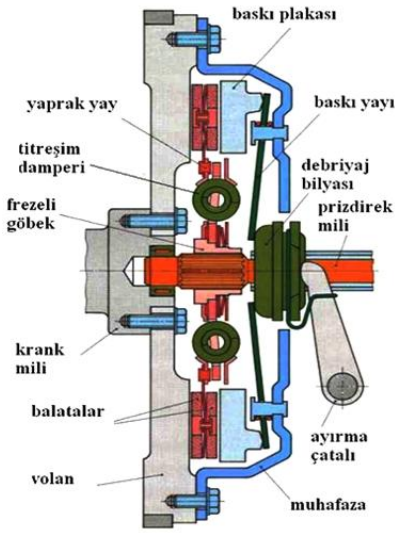


Şekil 3.1: Kavrama Tertibatı

Motorlu araçlarda kavramanın görevlerini şu şekilde özetlenebilir:

- İlk hareket sırasında motorun hareketini tekerleklere tedricen ileterek taşıtın sarsıntısız olarak harekete geçişini sağlamak.
- Taşıt hareket halinde iken vites durumlarını değiştirmek için motordan vites kutusuna hareket iletimini geçici olarak kesmek.
- Gerekli hallerde motorla güç aktarma organlarının bağlantısını kesmek.

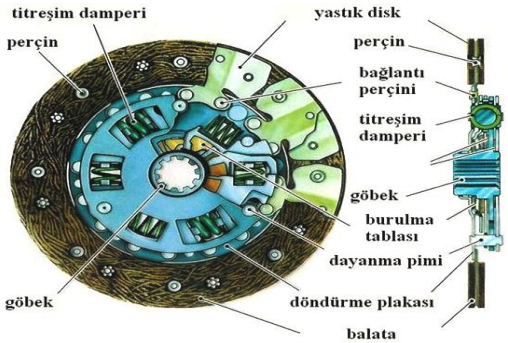
Tek diskli bir kavrama; volan, kavrama diski, baskı plakası, baskı yayları, muhafaza, baskı tertibatı ve komuta tertibatı olmak üzere yedi kısımdan meydana gelmiştir.



Şekil 3.2: Tek diskli kavramanın parçaları

Sürtünmenin sağlandığı kavrama diski kavramanın döndürülen elemanı olup yastık disk, frezeli göbek, titreş damperi ve bir çift balatadan meydana gelmiştir.

Balatalar sürtünme katsayısı fazla, basınca ve ısıya dayanıklı bir madde olup aynı zamanda volan ve baskı plakasının sürtünme yüzeylerinin aşınmalarını azaltacak özelliktedir. Kavrama balatalarının çoğu ısıya karşı dayanıklı olan asbest-fiber ile yapışmayı sağlayan özel maddelerin karışımından meydana gelmiştir. Çekme dayanımını arttırmak için pirinç tel ilave edilmektedir. Bu tip bir balatanın dökme demir bir yüzeyle sürtünme katsayısı 0.28 ile 0.30 arasında değişmektedir.



Şekil 3.3: Kavrama diski parçaları

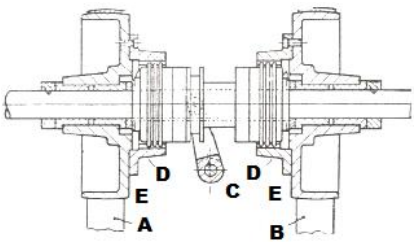
Resim3.2: Balatalar

Kavrama diski balataları döndüren eleman arasındaki sürtünme kuvvetini arttırmak amacıyla yastık diskin her iki tarafına perçinlenmiştir. Balatanın sürtünme yüzeyine açılmış

olan kanallara giren hava, kavrama serbest duruma geldiği zaman diskin volan veya baskı plakasına yapışmasını önler. Aynı zamanda, kanallar kavrama diskinin volan ve baskı plakası yüzeyine iyi bir şekilde temas etmesini, aşınmayla meydana gelen tozların uzaklaştırılmasını ve sürtünen yüzeylerin soğumasını kolaylaştırır.

3.2.4.3. Lamelli Kavramalar

Şekilde 3.4'de lamelli kavrama ile sağ dönüş veya sol dönüşün elde edilişi görünüyor. Kavrananın iki tarafında üçer tane lamel vardır. Lamel kalınlığı az ve bilezik biçiminde disk makine elemanlarıdır. Kuru çalışan kavramalarda lameller sertleştirilmiş çeliklerden yapılır ve sürtünen kısımlarına balatalar yerleştirilir. Bununla beraber yine de aşınma olacağı için ayrıca boşluk alıcı (giderici) bir düzenek bulunur.



Şekil 3.4: Lamelli kavrama

Lamellerin bir kısmına dış lamel denir ve kavramanın D dış gövdesine bağlıdır. Bunlarla temas hâlindeki lamellere de iç lamellerdir. Sıralamaları şöyledir: Bir dış lamel ve daha sonra bir iç lamel şeklinde devam eder ve iç veya dış lamellerden biri, bir fazla sayıda olur. D dış kavrama gövdeleri E kasnaklarına bağlıdır ve onlara hareket verir. Burada A düz kayış, B çapraz kayış ve C hareket yönünü değiştiren koldur. Resim 3.3'te lamelli kavrama görünmektedir.

Resim 3.3: Lamelli kavrama

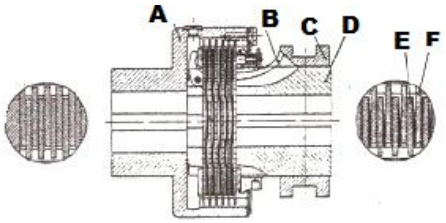
Lamelli kavramalarda hareketin geçişini sağlamak amacıyla lamellere alın kısımlarından baskı yapılır, birbirine değmeleri sonucunda sürtünme başlar.

3.2.4.4. Hidrolik Lamelli Kavramalar

Şekil 3.5'de hidrolik lamelli kavrama görünüyor. Bu kavramaların lamelleri dalgalı şekildedir. Dalgalı lameler düz lamellerden daha iyidir.

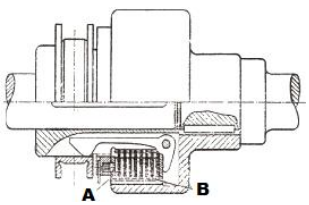
Çünkü kavraman çözülmesi (ayrılması) daha kolay olur. Lameller arasına hidrolik yağı rahat girer ve dolayısıyla lameller yağsız kalmaz. Birleşme sırasında lameller yaylanacağından sarsıntısız, yumuşak bir kavrama şekli elde edilir.

Hidrolik lamelli kavramalarda lameller daha çok fosforlu bronzdan yapılır.



Şekil 3.5: Hidrolik lamelli kavramalar

Şekil 3.5'teki hidrolik lamelli kavramada A kavramasının dış gövdesi, B lamelleri sıkıştıran baskı mandalını gösteriyor. Bir kavramada, üç adet baskı mandalı vardır. Yani lameller çevresindeki üç eşit aralıklı noktadan sıkıştırılıyor demektir. C baskı mandalını aşağıya iten kumanda bileziği, D çevrilen mile bağlı kavrama gövdesi, E iç lameli ve F de dış lameli göstermektedir.



A:İç lamel

B:Dış lamel

Şekil 3.6: Bir hidrolik ve düz lamelli kavrama görünüyor.

3.2.4.5. Pnömatik Kavramalar

Mekanik kavramada tork kuvvetinin yüksek olmasına karşılık, dönme sayıları düşüktür. Pnömatik kavramalarda ise tork kuvveti çok küçük ve çalışma sırasındadaki devir sayısı çok yüksektir.

Pnömatik kavramalar basınçlı hava ile çalışırlar ve bunun için bir kompresör kullanılır.

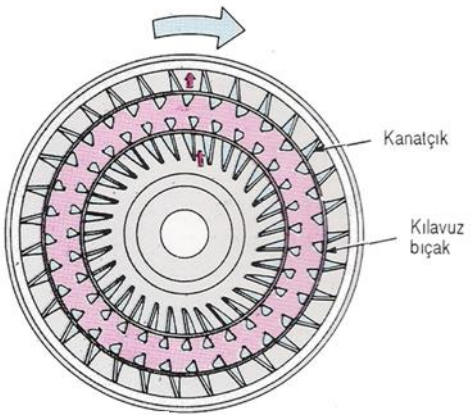
Resim 3.4: Ayretor

Pnömatik kavramalarda hava verildikçe türbin çalışır ve hava verilmediğinde türbin durur. Pnömatik kavramalara örnek diş hekimlerinin diş oymak için kullandıkları ayretoru verebiliriz.

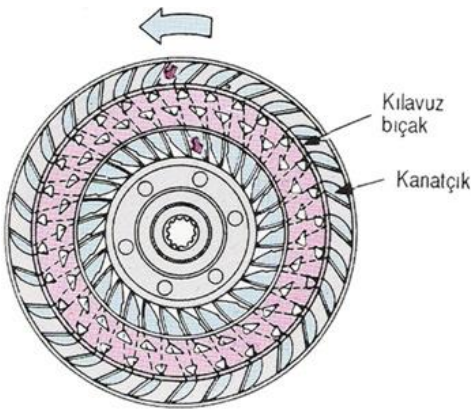
3.2.4.6. Hidrodinamik Kavramalar

Hidrodinamik kavramalar genellikle pompa, stator ve türbin çarkından oluşur ve motorlu araçlara da kullanılan bu tür kavramalara tork konvertör denilmektedir.

Pompa sürekli döner ve motordan aldığı hareket ile yağa hareket verip, yağın santrifüj kuvvetin etkisiyle türbine doğru itilmesini sağlar. İç ve dış kanatçıklardan oluşur. Yağın ideal akışını sağlayabilmek için kanatçıkların iç kısmına kılavuz bıçak takılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Pompanın iç yapısı



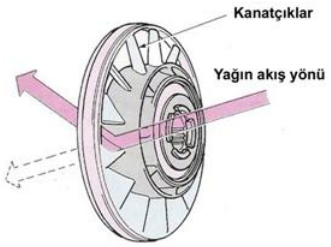
Şekil 3.8: Türbinin iç yapısı

Türbin, pompadan merkezkaç kuvvetin etkisiyle itilmiş bulunan yağın, üzerendeki kanatçıklara çarpması sonucu harekete geçen ve bu hareketi otomatik transmisyon giriş miline (prizdirek miline) veren parçadır. Üzerinde iç ve dış kanatçıklar bulunur. Bu kanatçıkların yönü pompa kanatçıkları yönünün tam tersidir. Şekil 3.8'de parçalar görülmektedir.

Stator, pompa ile türbin arasında bulunur. Türbin kanatçıklarına çarpan yağın geri dönmesi esnasında pompaya dik açıda çarpmasını engeller. Ayrıca yağı pompanın dönüş yönünde yönlendirir ve hız kazandırır.

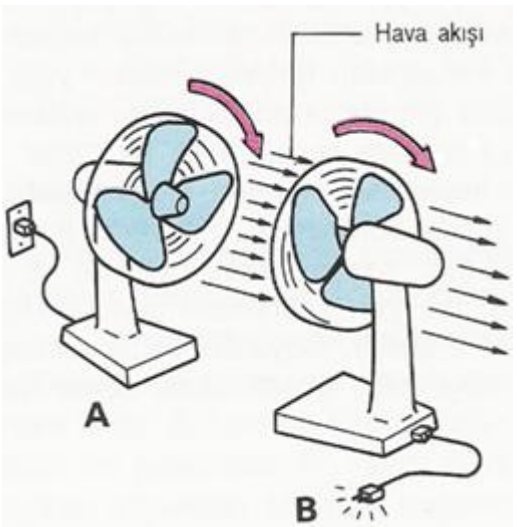
Stator göbeğinde tek yönlü bir kavrama bulunur. Tek yönlü kavrama transmisyon pompası reaksiyon miline bağlıdır. Tek yönlü kavrama, aracın eğimli yüzeylerde geri kaçmasını engeller. Bu durum sürücü için araç kullanımını kolaylaştırır. Örneğin, kırmızı ışıkta ve eğimli bir yüzeyde bekleyen aracın kalkış anında geriye kaçmadan ileri hareket etmesini sağlar.

Tek yönlü kavrama, aracın ortalama 50 km hızdan sonra tork artışının kesilmesini sağlar. Şekil 3.9'da statorun yapısı ve yağın akış yönü gösterilmektedir.



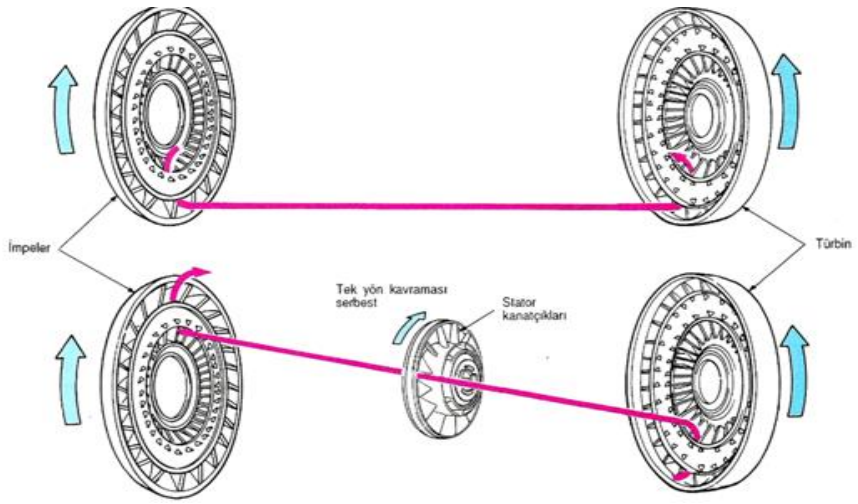
Şekil 3.9: Statorun yapısı ve statordaki yağ akışı

Tork konvertörün çalışmasını ifade edebilmek için şöyle bir örnek verebiliriz. İki fanı karşılıklı, aralarında birkaç santimetre kalacak şekilde koyalım. Fanın birisini çalıştırdığımızda diğer fana doğru hava üfleyecektir (Şekil 3.10). Birinci fanın üflediği hava, karşıdaki fanın kanatçıklarına çarparak dönmesini sağlayacaktır. Tork konvertörü, verilen bu örneğe benzer bir şekilde çalışır.



Şekil 3.10: Karşılıklı fanlardan biri diğerini çalıştırır

Tork konvertörde hava yerine, hareketi basınçla iletecek transmisyon yağı kullanılmaktadır. Tork konvertör pompasından santrifüj kuvvetin etkisiyle pompalanan yağ, türbinin dış kanatçıklarına çarpar. Dış kanatçıklara çarpan yağ türbini pompanın dönüş yönünde döndürmeye başlar. Türbin bu dönme hareketini otomatik transmisyon giriş miline iletir. Buradan anlaşılacağı gibi bu sistemde tork aktarılır fakat tork arttırılmaz.



Şekil 3.11: Tork konvertörün çalışması

Tork konvertöründe hava kanalı rolünü stator üstlenir. Türbin dış kanatçıklarına çarpan yağ içeriye doğru hareketlenir. Türbinin iç kanatçığından geçen yağ statora gelir. Stator kanatçıkları yağın yönünü pompanın dönüş yönünde çevirerek türbinden gelen yağın pompanın kanatçıklarına çarpmasını sağlar(Şekil 3.11).

Pompa; motordan gelen tork ve bu torka türbinden gelen tork ilave edilerek döndürülür. Yani pompa, transmisyon için gereken torku, motordan gelen torku arttırmak suretiyle sağlar. Türbinin dönme hızı pompanın dönme hızına ulaştığında (40–50 km), türbinden pompaya akan yağın yönü, pompanın dönüş yönüyle aynı olacaktır. Yağın statorun kanatçıklarının arka yüzeyine çarpması sonucunda statordaki tek yönlü kavrama boşa çıkacak ve statorun pompayla aynı yöne dönmesine izin verecektir. Bu durumda yağ pompaya geçecek ve pompanın itmesiyle hareket edecektir. Tork konvertörü böylece tork artışını kesecektir. Motor devri düştüğünde stator tekrar kilitlenerek tork artışı tekrarlanacaktır. Şekil 3.11'de tork konvertörün çalışması görülmektedir.

3.2.4.7. Otomatik Kavramalar

Bir kavramanın veya bir sistemin otomatik olması bir ilk olarak çalışmaya başlatılması ile kendiliğinden çalışması anlamına gelmektedir. Bu durumda hidrodinamik kavramalar ve pnömatik kavramalarda birer otomatik kavramlardır.

Otomatik kavramalara örnek olabilecek elektromanyetik kavramları verebiliriz. Elektrik akımı ile manyetik alan oluşturarak birleştiren ve ayırabilen kavramalardır. Elektromanyetik kavramalar uzaktan kumanda edilebilirler. Çok büyük çevireme momentlerinde emniyet kavraması olarak kullanılırlar. Birleştirme ve ayırma işlemi çok kısa zamanda olur.

Haddehanelerde, sac makaslarında, bir anda durdurulması gereken vinçlerde , pres ve vargel tezgâhlarında, asansörlerde, gemi şaftlarında elektromanyetik kavramalar kullanılır.

3.3. Kavramaların Hesabı

Sürtünmeli kavramalrda balatalı diskin dış çapı D, iç çapı ise d olsun. Balatalı yüzeyin alanı $\frac{\pi\times(D^2-d^2)}{4}$olur. Eğer sürtünme yüzeyleri üzerindeki toplam baskı P olursa her yüzey üzerindeki toplam baskı kuvveti , $\frac{\pi\times(D^2-d^2)}{4}*P$ olur.Kavramanın mekanik verimi , e dikkate alınırsa net baskı kuvveti ,

Pn= $\frac{\pi\times(D^2-d^2)}{4}*P*e$ olur.

Diskin balata yüzeyinde oluşan sürtünme kuvveti ise,

F= $\frac{\pi\times(D^2-d^2)}{4}*P*e*f$'dir.

Burada f , balatalı yüzeyde baskı arasındaki sürtünme katsayısıdır.

Kuvvet kollarının ortalama uzunlukları

$r_g=\frac{1}{3}*\frac{D^3-d^3}{D^2-d^2}$ olarak hesaplanır.

Sürtünme kuvvetlerinin meydana getirdikleri moment;

$\frac{\pi\times(D^2-d^2)}{4}*P*e*f*\frac{1}{3}*\frac{D^3-d^3}{D^2-d^2}=\frac{\pi*p*f*e*(D^3-d^3)}{12}$ kg.m

$T=\frac{\pi*p*f*e*(D^3-d^3)}{6}$ kg.m

Diğer taraftan 1,35 rezerv faktörü dikkate alınırsa;

$T_r=\frac{\pi*p*f*e*(D^3-d^3)}{8,1}=\frac{p*f*e*(D^3-d^3)}{2,55}$

Mekanik verim e= 0,85 ve sürtünme katsayısı 0,30 olarak alırsak tek diskli kavramanın momenti sadeleştirilerek;

$T_r=\frac{p}{10}\times(D^3-d^3)$ kg.m

Orta büyüklükteki otomobillerde kullanılan kavramalarda p= 2,5 kg.m kabul edilebilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Ortalama baskı kuvveti 3,5 kg/cm²olan otomobil kavramasına ait diskin dış çapı 30 cm, iç çapı 20 cm'dir. Kavramanın moment kapasitesini bulunuz.

Öneriler:

Öğrenme faaliyetinde kavrama hesapları için verilen son moment ifadesini çözüm için kullanınız.

Çözüm:

Verilenler:
D= 30 cm
d= 20cm
p= 3,5 kg/cm²
T_r=?

$$T_r=\frac{p}{10}\times(D^3-d^3)$$

$$T_r=\frac{3,5}{10}\times(30^3-20^3)$$

$$T_r=0,35\times(27000-8000)$$

$$T_r=0,35\times 19000)$$

T_r= 6650 kg.cm= 66,5 kg.m≅ 67 kg.m
Emniyet momenti sağlanmış olur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi sıkı kavrama çeşitlerinden birisi değildir?

A) Kovanlı kavramalar
B) Çanaklı kavramalar
C) Flanşlı kavramalar
D) Lamelli Kavramalar

2. Aşağıdakilerden hangisi hareketli kavrama çeşitlerinden birisi değildir?

A) Kardan kavramalar
B) Çanaklı kavramalar
C) Mafsallı kavramalar
D) Genleşmeli kavramalar

3. "Motorlu araçlarda kullanılan kavramalar krank mili ekseninde olmak üzere motorla vites kutusu arasına bağlanmış olup, motordan vites kutusuna hareket iletimini sağlar ve istendiği zaman, motor çalışmasına devam ettiği halde, bu hareket iletimini durdurur. "

Yukarıda sözü edilen kavrama ne tür bir kavramadır?
A) Kardan kavramalar
B) Sürtünmeli kavramalar
C) Mafsallı kavramalar
D) Genleşmeli kavramalar

4. Sürtünmeli kavramalarda sürtünme elemanı olarak ne kullanılır?

A) Balata
B) Zımpara
C) Lastik
D) Yağ

5. Aşağıdakilerden hangisi hidrodinamik kavramanın parçalarından birisi değildir?

A) Pompa
B) Stator
C) Lamel
D) Türbin

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz vedoğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Üzerinde taşıdıkları dişli çark, kavrama, kasnak, volan gibi hareket elemanları ile dönerken güç ve hareket ileten, aşınmaya, burulmaya ve eğilmeye zorlanan yataklandırılmış silindirik makine elemanlarına ne denir?

A) Muylu
B) Mil
C) Kavrama
D) Yatak

2. Millerin yatak içinde yuvarlanarak dönmelerini sağlayan kısımlarına ne ad verilir?

A) Muylu
B) Mil
C) Kavrama
D) Yatak

3. Muyluları çevreleyerek destekleyen ve dönebilmelerini sağlayan makine elemanlarına ne denir?

A) Muylu
B) Mil
C) Kavrama
D) Yatak

4. 3-4 mm çapında ve yaklaşık olarak 20-35 mm uzunluğunda ince silindirler şeklindeki makaralardan meydana gelen ve devir sayıları 10.000 dev/dk.ya ulaşabilen rulmanlı yataklara ne ad verilir?

A) Fıçı makaralı yatak
B) Silindirik makaralı yatak
C) Konik makaralı yatak
D) İğneli yatak

5. Hareket veren mile bağlı olan kasnaktan aldığı güç ve hareketi, çok defa paralel konumda bulunan diğer mil üzerindeki kasnağa ileten araçlara ne ad verilir?

A) Zincir
B) Kavrama
C) Kayış
D) Muylu

6. Miller arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda döndüren mildeki güç ve hareketi bir veya birkaç kayış yardımıyla döndürülen mile iletmeye yarayan makine elemanlarına ne denir?

A) Zincir
B) Kavrama
C) Kayış
D) Kasnak

7. Hareket ve güç iletiminde kullanılan, üzerinde eşit aralıklı ve özel görünüşlü (profilli) girinti ve çıkıntıları bulunan silindirik veya konik yüzeyli elemanlara ne denir?

A) Zincir
B) Dişli çark
C) Kayış
D) Kasnak

8. Yük taşımak, bağlama, güç ve hareket iletmek gibi amaçlarla kullanılan çok sayıda özdeş parçanın birleştirilmesi ile elde edilen makine elemanlarına genel olarak ne denir?

A) Zincir
B) Makara
C) Kayış
D) Palanga

9. Motordan vites kutusuna hareket iletimini sağlayan ve istendiği zaman, motor çalışmasına devam ettiği halde, bu hareket iletimini kesen motorlu araçlar güç aktarma organları elemanı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kavrama
B) Aks
C) Kayış
D) Kardan mili

10. Aşağıdakilerden hangi hareket iletim elemanı motorlu araçların zaman ayar mekanizmalarında kullanılmaz?

A) Zaman ayar dişlileri
B) Zaman ayar zincirleri
C) Zaman ayar (Triger) kayışı
D) Zaman ayar milleri

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**C**
3	**B**
4	**A**
5	**D**
6	**D**
7	**B**
8	**C**
9	**D**
10	**A**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**C**
3	**C**
4	**A**
5	**A**
6	**B**
7	**C**
8	**D**
9	**C**
10	**B**

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**B**
3	**B**
4	**A**
5	**C**

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**D**
4	**D**
5	**C**
6	**D**
7	**B**
8	**A**
9	**A**
10	**D**

KAYNAKÇA

- SERVİ, Muharrem, Ali ERGÜN, Ali TATAR, **Makine Elemanları**, MEB, İstanbul, 1999.
- ÇERİK, H. Vefa, **Makine Elemanları**, Ankara, 2002.
- SELVİ Muharrem, Cumhur ERGÜN, Ali TATAR, **Makine Elemanları**, Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 1987.
- ANLAŞ İbrahim**, Şasi II-Aktarma Organları,** Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 2003.
- http://www.teknikport.com/2012/03/rulman 30.05.2012/18:15
- http://www.basaksukraneroglu.tr. 01.06.2012/18:30